

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



واحد علوم و تحقیقات

رساله دکتری رشته بیولوژی دریا (Ph.D.)

موضوع

اکولوژی شیمیایی اسیدهای چرب در گونه‌های غالب نرم‌تنان منطقه بین جزر و مدی خلیج

چاپ‌ه‌ار

استادان راهنما

دکتر پیمان اقتصادی

دکتر علی ماشین‌چیان

استادان مشاور

دکتر عیسی‌یاوری

دکتر شهلا جمیلی

نگارنده

نوشین سجادی

سال تحصیلی ۸۸-۱۳۸۷

تقديم به همسرو فرزندانم

## سپاسگزاری

در انجام این تحقیق لازم می دانم از آقایان دکتر علی ماشین چیان و دکتر پیمان اقتصادی به عنوان اساتید راهنما که نهایت لطف و همکاری را با اینجانب داشته اند کمال قدردانی و سپاسگزاری را نموده و نیز از سرکارخانم دکتر شهلا جمیلی و جناب آقای دکتر عیسی یآوری که مشاوره تحقیق را بعهدہ داشته اند کمال تشکرا می نمایم.

درضمن لازم به ذکر است که هزینه انجام پایان نامه بعهدہ مرکز ملی اقیانوس شناسی بوده و عنایات و کمک ایشان در پیشبرد کار تحقیق تأثیر بسزا داشته و نهایت سپاسگزاری را از آن مرکز محترم دارم و همچنین از کارشناسان محترم مرکز ملی اقیانوس شناسی در تهران سرکارخانم ها مهری هشترودی و سحر فرزاد نیا و در چابهار آقای مهرشاد طاهری و خانم ندا یزدانی که در مراحل نمونه برداری و آماده سازی نمونه با اینجانب همکاریهای لازم را بعمل آورده اند و همچنین آقای مهندس سعید سنجانی رئیس محترم مرکز ملی اقیانوس شناسی چابهار که حمایت و همکاری لازم را در آن منطقه با اینجانب داشته اند نهایت تشکرا دارم.

فهرست مطالب

چکیده ..... ۱

مقدمه ..... ۳

فصل اول : کلیات

۱-۱ اکولوژی شیمیایی ..... ۷

۱-۱-۱ تاریخچه ..... ۷

.....

۱-۱-۲ مفهوم اکولوژی شیمیایی ..... ۸

۱-۱-۳ واکنشهای شیمیایی در ارگانیسمهای زنده ..... ۹

۱-۱-۴ اکولوژی شیمیایی دریایی ..... ۱۱

۲-۱ شیمی ترکیبات طبیعی دریایی ..... ۱۲

۳-۱ اسیدهای چرب ..... ۱۳

۳-۱-۱ طبقه‌بندی اسیدهای چرب ..... ۱۸

۳-۱-۲ اسیدهای چرب منوئوئیک ..... ۱۸

۳-۱-۳ اسیدهای چرب غیراشباع با بیش از یک بند دوگانه ..... ۱۸

۳-۱-۴ نقش و اهمیت اسیدهای چرب در جانوران ..... ۱۹

۴-۱ دریای عمان ..... ۲۰

۵-۱ نرم تنان..... ۲۳

۶-۱ پیشینه تحقیق..... ۲۵

۱-۶-۱ شناسایی ترکیبات اسیدهای چرب آبزیان..... ۲۵

۱-۶-۲ نسبت اسیدهای چرب امگا۶ به امگا۳ در آبزیان و تاثیرات آن ..... ۲۷

۱-۶-۳ تاثیر فاکتورهای محیطی بر تغییرات مقدار اسیدهای چرب..... ۲۸

فصل دوم : مواد و روشها

۲-۱ محل نمونه برداری..... ۳۲

۲-۲ جمع آوری نمونه..... ۳۹

۲-۳ آماده سازی نمونه ها..... ۳۹

۲-۴ شرایط دستگاهی..... ۴۲

۲-۵ روشهای آماری..... ۴۲

فصل سوم : نتایج

۳-۱ پارامترهای محیطی..... ۴۵

۳-۲ شناسایی اسیدهای چرب *Chiton lamyi*..... ۴۹

۳-۳ شناسایی اسیدهای چرب *Saccostrea cucullata*..... ۵۷

۳-۴ شناسایی اسیدهای چرب *Nerita textilis*..... ۶۱

۳-۵ شناسایی اسیدهای چرب *Turbo coronatus*..... ۶۹

۶-۳ خلاصه نتایج آماری..... ۷۸

فصل چهارم : بحث و نتیجه گیری

۱-۴ *Chiton lamyi*..... ۸۶

۲-۴ *Saccostrea cucullata*..... ۸۹

۳-۴ *Nerita textilis*..... ۹۲

۴-۴ *Turbo coronatus*..... ۹۴

فصل پنجم :نتیجه گیری وپیشنهادات

بحث و نتیجه گیری کلی..... ۹۶

جمع بندی..... ۹۹

پیشنهادات..... ۱۰۱

مراجع..... ۱۰۲

چکیده انگلیسی..... ۱۱۰

فهرست جداول

- جدول ۱-۱ مسیرهای بیوستتزی و نمونه‌های ارائه شده..... ۹
- جدول ۱-۲ اسیدهای چرب اشباع شده با فرمول عمومی  $CH_3(CH_2)_nCOOH$ ..... ۱۴
- جدول ۱-۳ اسیدهای چرب با یک پیوند دوگانه و فرمول عمومی
- .....  $CH_3(CH_2)_mCH=CH(CH_2)_nCOOH$  ۱۵
- جدول ۱-۴ اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه و فرمول عمومی
- .....  $CH_3(CH_2)_m(CH=CHCH_2) \times (CH_2)_nCOOH$  ۱۶
- جدول ۱-۳ پارامترهای محیطی اندازه‌گیری شده به‌طور ماهانه در خلیج چابهار..... ۴۶
- جدول ۲-۳ ترکیبات اسید چرب شناسایی شده بر حسب درصد در بافتهای داخلی *Chiton*
- ..... *lamyi* ۵۰
- جدول ۳-۳ ترکیبات اسید چرب شناسایی شده بر حسب درصد در پای *Chiton lamyi*..... ۵۱
- جدول ۳-۴ نتایج آنالیزهای پیرسون و رگرسیون در ارتباط همبستگی فاکتورهای محیطی و
- اسیدهای چرب شناسایی شده در اندامهای داخلی کیتون..... ۵۴
- جدول ۳-۵ نتایج آنالیزهای پیرسون و رگرسیون در ارتباط همبستگی فاکتورهای محیطی و
- اسیدهای چرب شناسایی شده در پای کیتون..... ۵۶
- جدول ۳-۶ ترکیبات اسید چرب شناسایی شده بر حسب درصد در *Saccostrea cucullata*..... ۵۸
- جدول ۳-۷ نتایج آنالیزهای پیرسون و رگرسیون در ارتباط همبستگی فاکتورهای محیطی و



- ۶۰.....*Saccostrea cucullata* اسیدهای چرب شناسایی شده در گونه
- جدول ۳-۸ ترکیبات اسید چرب شناسایی شده بر حسب درصد در *Nerita textilis*.....۶۲
- جدول ۳-۹ نتایج آنالیزهای پیرسون و رگرسیون در ارتباط همبستگی فاکتورهای محیطی و
- اسیدهای چرب شناسایی شده به روش GC/MS در *Nerita textilis*.....۶۴
- جدول ۳-۱۰ ترکیبات اسید چرب شناسایی شده بر حسب درصد در *Nerita textilis* (نتایج آنالیز GC).....۶۶
- جدول ۳-۱۱ نتایج آنالیزهای پیرسون و رگرسیون در ارتباط همبستگی فاکتورهای محیطی و
- اسیدهای چرب شناسایی شده به روش GC در *Nerita textilis*.....۶۸
- جدول ۳-۱۲ ترکیبات اسید چرب شناسایی شده بر حسب درصد در *Turbo coronatus* (نتایج آنالیز GC/MS).....۷۰
- جدول ۳-۱۳ نتایج آنالیزهای پیرسون و رگرسیون در ارتباط همبستگی فاکتورهای محیطی و
- اسیدهای چرب شناسایی شده به روش GC/MS در *Turbo coronatus*.....۷۳
- جدول ۳-۱۴ ترکیبات اسید چرب شناسایی شده بر حسب درصد در *Turbo coronatus*.....۷۵
- جدول ۳-۱۵ نتایج آنالیزهای پیرسون و رگرسیون در ارتباط همبستگی فاکتورهای محیطی و
- اسیدهای چرب شناسایی شده به روش GC در *Turbo coronatus*.....۷۷
- جدول ۳-۱۶ مجموع نتایج پاسخ تغییرات اسیدهای چرب نرم تنان بررسی شده به فاکتورهای محیطی.....۷۸
- جدول ۳-۱۷ خلاصه نتایج آنالیز آماری آن‌ها در وجود تفاوت معنی دار بین میزان کل

اسیدهای چرب اشباع یا غیر اشباع در فصول مختلف.....۷۹

جدول ۳-۱۸ خلاصه نتایج آماری آنالیز آنووا در وجود تفاوت معنی دار بین تغییرات اسیدهای

چرب در فصول مختلف در گونه های جانوری مطالعه شده .....۸۰

## فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۱ ساختارهای ترکیبات طبیعی جدول ۱-۱ ..... ۲۱
- شکل ۲-۱ خلیج چابهار واقع در بخش شمالی دریای عمان ..... ۳۳
- شکل ۱-۲ مشخصات جغرافیایی ایستگاههای شناسایی شده قبل از انتخاب نهایی ..... ۳۳
- شکل ۲-۲ ایستگاه ساحل تیس ..... ۳۳
- شکل ۳-۲ ایستگاه کلبه غواصی - چابهار ..... ۳۴
- شکل ۴-۲ ایستگاه خورتیس ..... ۳۵
- شکل ۵-۲ فاصله بین دو ایستگاه تیس و کلبه غواصی ، انتخاب شده جهت جمع آوری نمونه ها ..... ۳۵
- شکل ۶-۲ گونه *Nerita textilis* از رده شکم پایان ..... ۳۶
- شکل ۷-۲ گونه *Turbo coronatus* از رده شکم پایان ..... ۳۷
- شکل ۸-۲ گونه *Chiton lamyi* از رده پلی پلاکوفورا ..... ۳۸
- شکل ۹-۲ گونه *Saccostrea cucullata* از رده دوکفه ایها ..... ۳۸
- شکل ۱۰-۲ مرکز ملی اقیانوس شناسی چابهار ..... ۳۹
- شکل ۱۱-۲ جدا کردن گوشت از صدف دو کفه ای اویستر جهت آماده سازی نمونه ها ..... ۴۰
- شکل ۱۲-۲ کدگذاری و دسته بندی نمونه ها ..... ۴۱
- شکل ۱-۳ منحنی تغییرات محیطی از فروردین تا اسفند ۱۳۸۶ در خلیج چابهار ..... ۴۸
- شکل ۲-۳ تغییرات فصلی اسیدهای چرب در اندام های داخلی *Chiton lamyi* ..... ۵۲

شکل ۳-۳ نمودار تغییرات فصلی درصد کل اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع در اندام های داخلی *Chiton*

.....*lamyi* ..... ۵۲

شکل ۳-۴ تغییرات فصلی اسیدهای چرب درپای *Chiton lamyi* ..... ۵۳

شکل ۳-۵ نمودار تغییرات فصلی درصد کل اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع درپای *Chiton lamy*..... ۵۳

شکل ۳-۶ تغییرات فصلی اسیدهای چرب در گونه *Saccostrea cucullata* ..... ۵۹

شکل ۳-۷ نمودار تغییرات فصلی درصد کل اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع در *Saccostrea*

.....*cucullata* ..... ۵۹

شکل ۳-۸ تغییرات فصلی اسیدهای چرب در گونه *Nerita textilis* (نتایج آنالیز GC/MS)..... ۶۳

شکل ۳-۹ نمودار تغییرات فصلی درصد کل اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع در *Nerita textiles*.. ۶۳

شکل ۳-۱۰ تغییرات فصلی اسیدهای چرب در گونه *Nerita textilis* (نتایج آنالیز GC)..... ۶۷

شکل ۳-۱۱ تغییرات فصلی اسیدهای چرب در گونه *Turbo coronatus* (نتایج آنالیز

.....(GC/MS)..... ۷۱

شکل ۳-۱۲ نمودار تغییرات فصلی درصد کل اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع در *Turbo*

.....*coronatus* ..... ۷۲

شکل ۳-۱۳ تغییرات فصلی اسیدهای چرب در گونه *Turbo coronatus* (نتایج آنالیز GC)..... ۷۶

شکل ۳-۱۴ پیکهای شناسایی شده اسیدهای چرب توسط GC /MS در اندامهای داخلی *Chiton*

۸۱ .....lamyi

شکل ۳-۱۵ پیکهای شناسایی شده اسیدهای چرب توسط GC /MS در پای *Chiton lamyi*

۸۲.....

شکل ۳-۱۶ پیکهای شناسایی شده اسیدهای چرب توسط GC /MS در *Saccotrea*

۸۳ .....Cucullata

شکل ۳-۱۷ پیکهای شناسایی شده اسیدهای چرب توسط GC /MS در *Neria*

۸۴.....Textilis

## چکیده

اکولوژی شیمیایی، مطالعه و بررسی مواد شیمیایی تولید شده در اثر واکنشهای بیوشیمیایی ارگانوسمها و پاسخهای آنها به تغییرات اکولوژیکی و محیطی است. در اکولوژی شیمیایی دریایی وجود ترکیبات طبیعی در ارگانوسمهای آبی و نقش اکولوژیکی این ترکیبات طبیعی در آبریان و تأثیرات یا بر هم کنشهای پارامترهای محیطی در میزان تغییرات این ترکیبات بررسی می‌شود. در این میان اسیدهای چرب از فراوان‌ترین و متنوع‌ترین ترکیبات طبیعی هستند که از بسیاری از ارگانوسمهای دریایی مانند نرم‌تنان و جلبکها جداسازی شده‌اند. در تحقیق حاضر این ترکیبات در گونه‌های غالبی از نرم‌تنان موجود در منطقه بین جزر و مدی خلیج چابهار به طور فصلی و به روش گازکروماتوگرافی جرمی جداسازی و شناسایی شدند. آبریان انتخاب شده چهارگونه شامل *Nerita textilis* و *Turbo Coronatus* از رده شکم پایان، *Saccostrea cucullata* از رده دو کفه ایها و *Chiton lamyi* از رده پلی‌پلاکوفورا بوده اند.

مقادیر پارامترهای محیطی منطقه نمونه‌برداری شامل pH، شوری، دما، اکسیژن محلول، دانسیته، کلروفیل a و مواد مغذی نیز به‌طور ماهانه اندازه‌گیری و ثبت شد. سپس اثرات تغییرات فصلی پارامترهای محیطی بر مقدار تغییرات اسیدهای چرب شناسایی شده در گونه‌ها توسط روشهای آماری تحلیل شد.

در نتیجه آنالیز کروماتوگرافی جرمی سیزده نوع اسید چرب شناسایی شد که در اکثر گونه‌ها پالمیتیک اسید فراوانی نسبی بیشتری داشته و فراوانی اسیدهای چرب اشباع بیشتر از غیراشباعهایی مانند آراشیدونیک و ایکوزاپنتانوئیک اسید بوده است. تغییرات فصلی اسیدهای چرب شناسایی شده در گونه‌ها متفاوت بوده و از الگوی یکسانی پیروی نکرده اند، اما در مجموع اکثر اسیدهای غیراشباع در زمستان و اسیدهای اشباع در تابستان بیشترین مقدار درصد را داشته و درصد کل اسیدهای چرب اشباع در همه گونه‌ها غالب بر درصد کل اسیدهای چرب غیر اشباع بوده است. از مجموع نتایج آنالیز آماری با بررسی اثرات همبستگی فاکتورهای محیطی و اسیدهای چرب نتیجه

گرفته شد که هر یک از فاکتورهای زیست محیطی دما، کلروفیل a، فسفات، نترات، سیلیکات، شوری، pH و دانسیته در منطقه بین جزر و مدی خلیج چابهار به نحوی در تغییرات فصلی برخی از اسیدهای چرب در هر یک از جانداران دخالت دارند ولی فاکتورهای دما، نترات، سیلیکات و pH در نتایج همه جانداران دیده شده اند. همچنین بین عوامل محیطی مانند سیلیکات، نترات و فسفات و اسیدهای چرب اشباع شده همبستگی مستقیم و اسیدهای غیر اشباع همبستگی معکوس مشاهده شد.

گونه های انتخاب شده از جنبه محتوای لیپیدی نیز بررسی شده و نتایج حکایت از کیفیت مطلوب محتوای لیپیدی آنها از جنبه دارا بودن نسبت های  $3 - \omega/6 - \omega$  در حدود  $1/2 - 1$  دارد.

اکولوژی شیمیایی دریایی مبحثی است در باره بررسی وجود ترکیبات طبیعی در ارگانسیمهای آبی و شناسایی این ترکیبات که در نتیجه پاسخهای اکولوژیکی ارگانسیمها به تغییرات فاکتورهای محیطی خود تولید شده‌اند و نیز بررسی تاثیر عوامل محیطی بر میزان این ترکیبات که در مجموع به دریافت نقش بنیادی ترکیبات طبیعی یا متابولیت‌های ثانویه آبیان در فرایندهای زیستی منجر می‌شود.

در این میان اسیدهای چرب از فراوان‌ترین و جالب‌ترین گروهها در ترکیبات طبیعی هستند که از قارچها، جلبکها، ماهیها، نرم‌تنان و سایر ارگانسیمهای دریایی جدا شده‌اند.

اسیدهای چرب با زنجیره طولانی توسط آنزیمهای جانداران به هیدروکربنهای حلقوی یا غیر حلقوی تبدیل می‌شوند و این هیدروکربنها به عنوان فرومونهای تولید مثل جنسی، پروستاگلندینها و یا دفاع کننده‌های شیمیایی جانداران اهمیت دارند و یا اسیدهای چرب هالوژن‌دار مانند اسیدهای چرب کلردار تشکیل می‌دهند که از سازندگان اصلی ترکیبات ارگانوهالوژن در جلبکها، ماهیها، نرم‌تنان و سایر بی‌مهرگان بوده و این واکنشها در حضور آنزیمهایی از گروه هالوپروکسیدازها انجام شده و نتیجه آن ایجاد ترکیباتی طبیعی مانند ایندولهای هالوژن‌دار است که فعالیت ضدالتهابی و ضدسرطانی دارند. از اسیدهای چرب به عنوان بیومارکرنیز در مطالعه انتقالات در زنجیره‌های غذایی به ویژه نرم‌تنان دو کفه‌ای نیز استفاده می‌شود (McClintock, 2001).

در سالیان اخیر توجه زیادی نیز به لیپیدها در جانوران دریایی و اهمیت آنها در دارا بودن منابع جدید پروتئینی و دارویی شده و نیز اسیدهای چرب چند عاملی غیراشباع که در سلامتی و تغذیه انسان نقش به سزایی دارند.

در میان جانوران دریایی نرم‌تنان از مهم‌ترین شاخه‌های جانورینند که تاکنون ۵۷۵ ترکیب



طبیعی از این شاخه جدا شده که اصلی ترین آنها از گروه آمینواسیدها و اسیدهای چرب، ترپنها، استروئیدها و پپتیدها بوده و به ویژه در مورد ترکیبات لیپیدی یا متابولیسم آنها در چهار گروه پلی پلاکوفورا، شکم پایان، دو کفه ایها و سرپایان اطلاعات مفیدی به دست آمده و از آنجا که سه گروه اخیر به عنوان منبع غذایی دریایی نقش دارند مطالعه این ترکیبات اهمیت داشته و علاوه بر ارزش تجاری نقش اسیدهای چرب غیراشباع آنها به ویژه ایکوزاپنتائونیک اسید در سلامتی انسان تایید شده است. ترکیب اسیدهای چرب در نرم تنان یا سایر بی مهرگان دریایی توسط فاکتورهای محیط زیستی و بیولوژیکی تغییر می کند. عوامل محیطی مانند دما، شوری، pH محیط و نوع غذای در دسترس منجر به تغییرات فصلی در مقدار اسیدهای چرب شده و فاکتورهای بیولوژیکی مانند تفاوت در جنسیت، تاثیر چرخه های تولیدمثلی و توزیع رده های لیپید استری شده متفاوت در بافت بدنی آنها و نوع عملکرد این متغیرها موجب تغییرات و ایجاد تفاوت در ترکیب اسیدهای چرب می شود (McClintock, 2001).

بررسی نقش اکولوژیکی ترکیبات طبیعی ساخته شده در آبزیان و جداسازی و شناسایی گروه های متنوعی از محصولات طبیعی در آنها به ویژه در بی مهرگانی مانند کرم های حلقوی یا نرم تنان با استفاده از روش های شیمیایی دستگاهی و آزمایشگاهی زمینه گسترده ای از تحقیقات را آماده ساخته است و مطالعه در مورد بیوسنتز محصولات طبیعی نرم تنان سهم بزرگی را در درک اکولوژی شیمیایی دریایی به عهده دارد. به علت اهمیت موضوع ذکر شده در تحقیق حاضر پس از شناسایی جانوران غالب در شاخه نرم تنان در منطقه چابهار، جداسازی و شناسایی ترکیبات اسیدهای چرب که از فراوان ترین رده های ترکیبات طبیعی بوده و تاکنون از برخی ارگانوسم های دریایی به ویژه ماهیها و نرم تنان جدا شده اند و تا این زمان در نرم تنان این منطقه بررسی نشده اند، انجام گرفته و نیز اثر متغیرهایی مانند فاکتورهای محیطی دما، شوری، اکسیژن محلول و... در میزان ترکیبات شناسایی شده بررسی و در نتیجه اثرات متقابل ترکیبات به دست آمده و محیط زیست جاندار مورد مطالعه قرار گرفته است.

بنابراین می‌توان فرضیه موجود را به صورت یافتن جانوران غالبی از نرم‌تنان در منطقه چابهار مطرح نمود که این جانوران دارای ترکیبات شیمیایی از گروه اسیدهای چرب هستند که تاکنون بر روی ترکیبات طبیعی این آبزیان آنالیز و شناسایی صورت نگرفته است. از آنجا که ترکیبات طبیعی آبزیان به ویژه نرم تنان می‌تواند کاربردهای مختلفی در صنایع تولید دارو، مواد غذایی، بهداشتی و غیره داشته باشد و تاکنون مطالعات جامعی نیز در این منطقه در مورد بررسی ترکیبات ذکر شده انجام نشده و نیز ارتباط بین فاکتورهای محیطی و میزان این ترکیبات نیز مشخص نشده است، انجام این مطالعه اهمیت دارد.

نابراین اهداف پیش بینی شده تحقیق در پروپوزال رساله به شرح زیر در نظر گرفته شد :

هدف کلی:

بررسی اکولوژی شیمیایی اسیدهای چرب به عنوان ترکیبات طبیعی در گونه‌های غالب نرم تنان و مطالعه تاثیر متقابل پارامترهای محیطی بر این ترکیبات در مناطق بین جزر و مدی خلیج چابهار.

اهداف جزئی:

- شناسایی گونه‌های غالب نرم تنان موجود در منطقه بین جزر و مدی خلیج چابهار و انتخاب یک تا دو گونه از هر رده شناسایی شده در منطقه بین جزر و مدی شامل رده‌های پلی پلاکوفورا، شکم پایان و دو کفه ایها برای انجام آنالیزهای شیمیایی  
- جداسازی و شناسایی ترکیبات طبیعی از دسته اسیدهای چرب به روش کروماتوگرافی گازی

- بررسی پارامترهای محیطی منطقه نمونه برداری شامل pH، شوری، دما، اکسیژن محلول، دانسیته، کلروفیل a و نوتریتها به طور فصلی  
- بررسی اثرات تغییرات فصلی پارامترهای محیطی بر مقدار تغییرات ترکیبات طبیعی شناسایی شده در گونه‌های مورد مطالعه

## فصل اول : کلیات

### ۱-۱ اکولوژی شیمیایی

#### ۱-۱-۱ تاریخچه

ارسطو و فلاسفه قدیم اولین دانشمندانی بودند که به اهمیت گیاهان و جانوران برای سلامتی بشر پی بردند و اساس علم بیولوژی را بنا نهادند. از دوران باستان خاصیت ضد تب برگهای سالیکس (salyx) شناخته شده بود و بعدها مشاهده شد که این برگها حاوی سالیسیلیک اسید، پیش‌ساز آسپیرینهای امروزی، است.

در ایران باستان از پماد حلزون در درمان جراحات جنگی و یا التهابات پوستی استفاده می شده است.

از اواسط قرن نوزدهم میلادی دانشمندان جداسازی و شناسایی ترکیبات آلی از طبیعت را آغاز کردند. در دهه‌های ۱۹۳۰ و ۱۹۴۰ مطالعات در زمینه ماهیت ترکیبات طبیعی که در فرایندهای متابولیسمی اولیه تولید می‌شوند و علت تولید این ترکیبات توسط ارگانیسمها آغاز شد. همزمان، به دنبال مطالعه عواملی که توزیع و فراوانی گونه‌ها را تنظیم می‌کنند مبحث اکولوژی پدید آمد.

ترکیب بعدی این دو زمینه، علم اکولوژی شیمیایی و تحقیق در مورد کشف متابولیت‌های ثانویه و نقش بنیادی آنها در برهم کنشهای موجودات بود. در عصر حاضر گروه بسیاری از ملکولهای زیست فعال از منابع زنده طبیعی جداسازی شده که سازنده گروه وسیعی از ترکیبات دارویی مهم‌اند.

تاکسول (Taxol) که بهترین داروی توصیه شده جهت معالجه سرطانهای سینه و رحم است ترکیبی طبیعی و جدا شده از پوسته درختان سرخدار به ویژه گونه پاسیفیک (Stierle et al., 1993) و یا مورفین، ترپنوئیدها، آلکالوئیدها و... نمونه‌هایی از متابولت‌های گیاهی‌اند که در مقیاس تجاری در دسترس بشوند و برای درمان طیف وسیعی از بیماریها توصیه می‌شوند (Verpoorte&Memelink, 2002).

مطالعات اولیه اکولوژی شیمیایی در زمینه برهم کنشهای سیستمهای گیاهی و میکربی خشکی زی انجام شده است. به‌طور مثال در زمینه علوم گیاهی تاکنون بیش از ۳۰۰۰۰ گیاه مطالعه

شده و گمان می‌رود ۵۰۰۰۰۰ نوع درخت باقیمانده نیز حاوی مواد مفید دیگری باشند که باید مورد مطالعه قرار گیرند.

مطالعات گیاهان خشکی زی منجر به بسط منطقی مطالعات مشابه در باره گیاهان دریایی مانند ماکرو آلگا می‌شود.

در زمینه علوم دریایی مطالعات بیشتری باید صورت گیرد و با توجه به اطلاعات کمی که در مورد ترکیبات طبیعی دریایی و نقش آنها در بقای ارگانیسمهای دریایی در دست است، این علم نیاز به توجه و بررسی بیشتری دارد (Jocelyn & Haynes, 1998).

#### ۱-۲ مفهوم اکولوژی شیمیایی

علم اکولوژی شیمیایی مطالعه و بررسی مواد شیمیایی تولید شده در اثر برهم کنشهای بیوشیمیایی ارگانیسمهای زنده؛ گیاهان، جانوران، حشرات، قارچها یا میکروارگانیسمها؛ و یا پاسخ آنها به تغییرات شرایط محیطی، سموم یا سایر ترکیبات آلی موجود در محیط است [Olds ۱۹۹۸ et al.,].

این علم چگونگی بوجود آمدن مواد طبیعی (متابولیت‌های ثانویه یا ترکیبات طبیعی اولیه) یا محصولات شناخته شده‌ای مانند کافئین یا نیکوتین را در اثر برهم کنشهای بین ارگانیسمها، و آزاد شدن آنها به محیط زیست بیان می‌کند تا بر روی موجودات یا ارگانیسمهای مجاور خود تاثیر بگذارند. ترکیبات طبیعی می‌توانند به عنوان علائمی برای برقراری ارتباط بین افراد یک‌گونه (ارتباط شیمیایی) یا برای دفاع بر علیه صیادان (دفاع شیمیایی) و یا از بین بردن سایر رقیبان و دگر آسیمی (اللوپاتی) عمل کنند (Olds et al., 1998).

بسیاری از گیاهان و جانوران، در محیط زیست خشکی یا آبی، ترکیباتی تولید می‌کنند که به بقای آنها کمک می‌کند، به‌طور مثال باز داشتن صیادان، پاکسازی پاتوژنها، دور نگهداشتن فضای زندگی از رقبا یا حتی کاهش ضربات ناشی از استرسهای محیطی مانند سطوح بالای تابش اشعه فرابنفش. بنابراین، این مواد شیمیایی تاثیرات بسیاری بر ایجاد برهم کنشهای بین گونه‌ها و ساختار و عملکرد جوامع، به‌طور مثال در اکوسیستمهایی مانند صخره‌های مرجانی خواهند داشت. بنابراین نقش دوگانه متابولیت‌های ثانویه برای ارگانیسمهای دریایی و عملکرد طبیعی این ترکیبات برای ارگانیسمها یا انسانها حائز اهمیت بسیار است.

هدفهای زیستی توسط علائم شیمیایی برای دریافت کنندگان مناسب مشخص می‌شوند و

این علائم ممکن است نتیجه اجتناب‌ناپذیر فعالیتهای متابولیکی یا تخریب بافتی از قبیل تنفس، تعریق، اوره، مدفوع، یا محصولات ناشی از همزیستهای باکتریایی موجودات باشد که همگی بعنوان شناساگرهایی برای دریافت کنندگان جانوری که در پی یافتن غذا یا میزبان مناسب هستند به کار می‌روند. حتی مایعات بدن که از بافتهای تخریب شده یا محصولات تجزیه ارگانسمهای مرده بدست می‌آیند، خود علائم بالقوه‌ای هستند و از آنجا که هرگونه آزادسازی ماده، هدف بالقوه‌ای برای صیادان یا انگلها یا سایر موجودات به شمار می‌رود می‌توان انتظار داشت اشکال زیادی از استتارهای شیمیایی برای پوشاندن حضور یک ماده شیمیایی بوجود آمده از یک جاندار، موجود باشد (Olds et al., 1998).

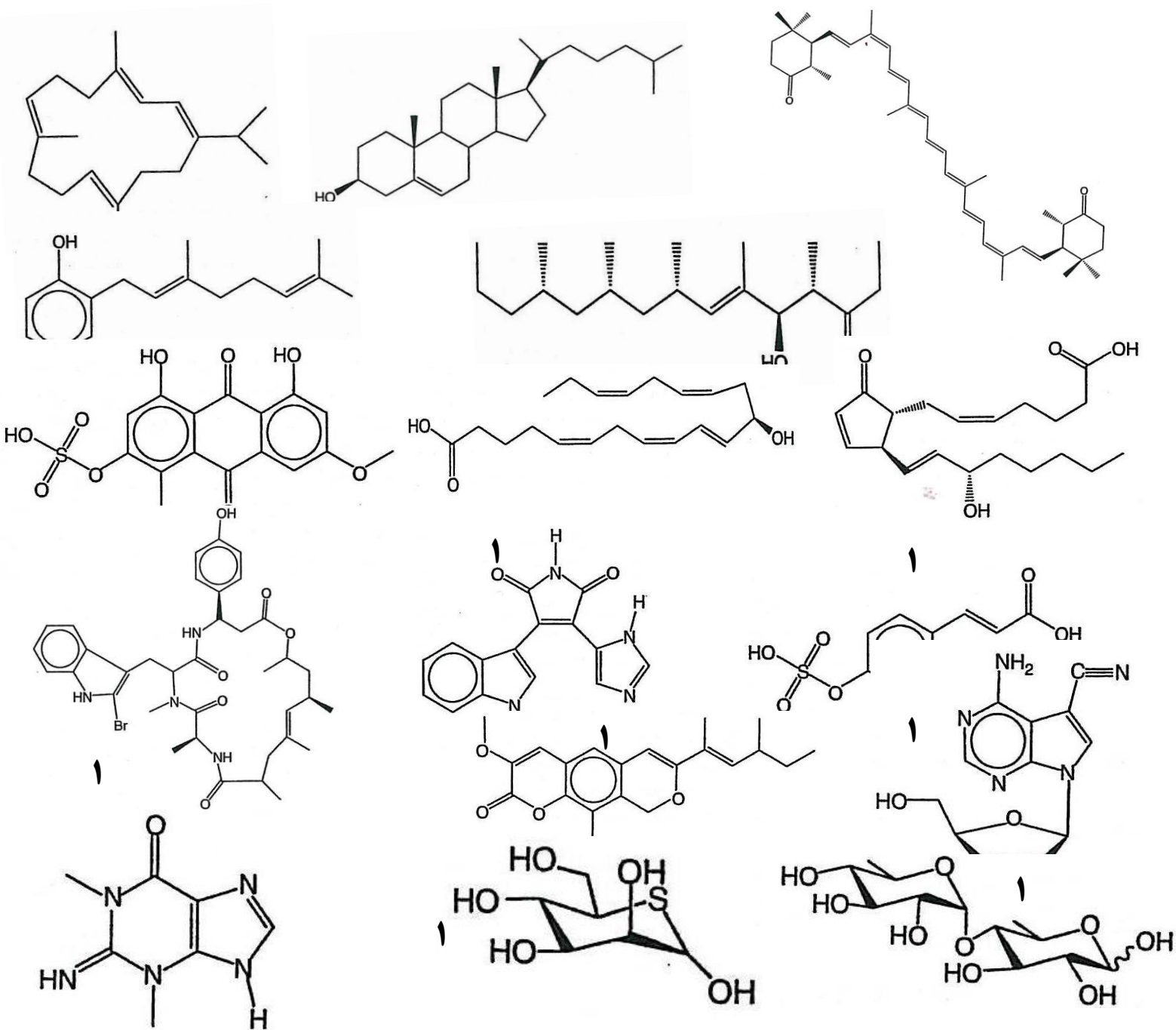
#### ۱-۱-۳ واکنشهای شیمیایی در موجودات زنده

موجودات زنده از واکنشهای شیمیایی برای مقاصد چندگانه‌ای استفاده می‌کنند. مثالهای ملموسی چون لیپیدها در دست است که از شیمی برای استفاده در ساختار سلولی، از DNA برای بیان ژنی یا از پروتئینها برای اعمال سلولی و ارتباطات سلولی استفاده می‌کنند. به فرایندهای سنتز شیمیایی و تجزیه آن در سیستمهای زنده متابولیسم گفته می‌شود که این فرایندها تحت کنترل آنزیمی هستند و مجموعه‌ای از مسیرهای بیوسنتزی توسط موجودات طی می‌شود تا مواد شیمیایی ضروری و حیاتی آنها تولید شود (جدول ۱-۱) (McClintock & Baker, 2001).

جدول ۱-۱ مسیرهای بیوستتزی ترکیبات طبیعی و نمونه‌های ارائه شده (McClintock&Baker2001)

مسیر بیوستتزی	رده ساختاری	ساختمان شیمیایی
ایزوپروپونوئید	ترپنها	ساختار *۱
	استروئیدها	ساختار *۲
	کاروتنوئیدها	ساختار *۳
	کینونهای پرنیل دار شده و هیدروکینونها	ساختار *۴
استورژنین	پلی کتیدها	ساختار *۵
	پلی فنولها	ساختار *۶
	اسیدهای چرب	ساختار *۷
	پروستاگلندینها	ساختار *۸
آمینواسیدها	پپتیدها (شامل حلقوی‌ها)	ساختار *۹
	آلکالوئیدها	ساختار *۱۰
Shikimate	مشتقات اسید سینامیک	ساختار *۱۱
	فلاوونوئیدها	ساختار *۱۲
	کومارینها	ساختار *۱۳
اسید نوکلئیک	اسیدهای نوکلئیک	ساختار *۱۴
	نوکلئوبازها	ساختار *۱۵
کربوهیدراتها	قندها	ساختار *۱۶
	پلی ساکاریدها	ساختار *۱۷

\* ساختارهای ۱-۱۷ در صفحه ۱۱ ارائه شده است



شکل ۱-۱ ساختارهای ترکیبات طبیعی جدول ۱-۱ (McClintock & Baker, 2001)



مواد شیمیایی تولید شده مجموعاً بعنوان متابولیت‌های اولیه شناخته می‌شوند که شامل لیپیدها، DNA و پروتئین هاست.

تاکنون شیمیدانان گروه زیادی از محصولات طبیعی را از ارگانوسم‌های آبری یا خشکی زی جدا کرده‌اند که دلایل وجود این ترکیبات در اوایل مشخص نبود، اما واضح بود که این ترکیبات با متابولیت‌های اولیه متفاوتند و بنابراین متابولیت‌های ثانویه یا محصولات طبیعی نام گرفتند که البته به اندازه متابولیت‌های اولیه در حیات ارگانیسم تولید کننده خود سهم دارند.

شیمی‌دانان متابولیت‌های ثانویه را بنا به مسیر متابولیکی که از آن نشأت گرفته‌اند طبقه‌بندی کرده و آنها را مواد بیوسنتزی نام‌گذاری می‌کنند (McClintock & Baker, 2001).

#### ۱-۴ اکولوژی شیمیایی دریایی

بقای جانوران خشکی‌زی و آبری به توانایی آنان در استفاده از مواد شیمیایی موجود در محیط و تبدیل آنها به ملکولهای تشکیل دهنده مواد سلولی بدن آنها بستگی دارد که این ترکیبات طبیعی پس از ساخته شدن در بدن جاندار در فرایندهای متابولیسمی بدن دخالت می‌کنند.

اکولوژی شیمیایی دریایی مبحثی است در باره بررسی وجود ترکیبات طبیعی و نقش اکولوژیکی این ترکیبات در آبزیان و نیز بررسی تاثیر عوامل محیطی بر میزان این ترکیبات که در مجموع این مباحث منجر به دریافت نقش بنیادی ترکیبات طبیعی یا متابولیت‌های ثانویه ی آبزیان در فرایندهایی از قبیل تولید مثل، روابط صید و صیادی، رقابت، دفاع ضد میکروبی، علائم شیمیایی برای جایگزینی لارو یا دگردیسی و حفاظت از اشعه ماوراء بنفش می‌شود (McClintock & Baker, 2001).

این علم در اوایل دهه ۱۹۸۰ در اثر همکاری بین شیمیدانها و اکولوژیستها آغاز شد. آنان در تعداد زیادی از تحقیقات خود روشهای به روز جداسازی و شناسایی مواد شیمیایی را با آزمایشهای اکولوژیکی و عملیات میدانی همراه کردند و در نتیجه در طول دو دهه گذشته، اکولوژی شیمیایی دریایی زمینه جدیدی برای تحقیق بر روی عملکردهای بیولوژیکی و طبیعی محصولات طبیعی دریایی بوجود آورده است.

محصولات طبیعی دریایی، که اغلب متابولیت‌های ثانویه نامیده می‌شوند در گروههای متنوعی از جلبکها، اسفنجها، بریوزوا، نرم‌تنان و سایر بی‌مهرگان دریایی یافت می‌شوند.

تاکنون حدود ۷۰۰۰ محصول طبیعی، در ارگانوسم‌های دریایی مانند اسفنجها، جلبکها،

مرجانها و سایر بی مهرگان شناخته شده و هنوز باید در مورد این ترکیبات و چگونگی تولید آنها در ارگانسیمها و عملکردهای اکولوژیکی و رفتاری و فرایندهای فیزیولوژیکی آنها تحقیقات وسیع و گسترده‌ای انجام گیرد.

این محصولات نه تنها برای جانوران عملکردهای اکولوژیکی دارند بلکه برای بشر نیز مفیدند. محصولات طبیعی جدا شده از گیاهان خشکی یا حشرات در داروها و حشره‌کشها استفاده می‌شوند و امروزه تحقیقات وسیعی بر روی پتانسیل کاربردهای بیوشیمیایی محصولات طبیعی دریایی در حال انجام است. متابولیت‌های بدست آمده از ارگانسیمهای دریایی فعالیتهای ضدتومور، ضدویروس و ضدالتهابی نشان داده‌اند که بسیاری از آنها امروزه در دست بررسی و تولید داروهای مؤثر هستند.

کاربرد دیگر محصولات طبیعی دریایی استفاده آنها در ترکیبات یا رنگهای ضد رسوب دهی و چسبندگی است.

رسوب دهی و خوردگی مشکل اقتصادی بسیار جدی در صنعت حمل و نقل دریایی است که سالانه در حدود میلیونها دلار هزینه بر این صنعت تحمیل می‌کند. محصولات طبیعی جلبکها یا بی مهرگان دریایی که بطور طبیعی از رسوب و چسبندگی جلوگیری می‌کنند جایگزینهای طبیعی مفیدی به جای پوششهای ضد رسوب تجاری هستند تا از اثرات سمی این ترکیبات تجاری برای ارگانسیمهای غیرهدف و اکوسیستم آبی جلوگیری شود.

همچنین ارگانسیمهای دریایی منابع خوبی برای کاربردهای بیوتکنولوژی هستند و از آنجا که کم شدن تنوع زیستی در محیطهای خشکی دیده می‌شود بالطبع کم شدن گونه‌هایی که کاربردهای دارویی مفید نیز دارند نتیجه خواهد شد و تاکنون تنها یک شاخه از گونه‌های گیاهی با کاربردهای مفید دارویی مطالعه شده‌اند.

در حالیکه مطالعه شیمی محصولات طبیعی دریایی تنها چند دهه عمر دارد و بسیاری گونه‌های دریایی هستند که هنوز شناخته نشده و در مورد ترکیبات طبیعی آنها مطالعه‌ای صورت نگرفته است. امید می‌رود در زمینه اکولوژی شیمیایی دریایی مطالعات بیشتری صورت گیرد تا دانش بیشتری در مورد تنوع گونه‌ای محصولات طبیعی دریایی حاصل شود.

#### ۱-۲ شیمی ترکیبات طبیعی دریایی

همه موجودات زنده از میکروبها گرفته تا انسان از مواد شیمیایی تشکیل شده‌اند. بقای یک

موجود به توانایی وی در استفاده از مواد شیمیایی موجود در محیط و تبدیل آنها به ملکولهای تشکیل دهنده مواد سلولی خویش بستگی دارد. واکنشهای شیمیایی تحت هدایت سلول که این تغییرات را انجام می دهند متابولیسم نامیده می شود و واکنشهای متابولیسمی مواد خام و انرژی لازم برای رشد سلولی و تولید مثل را فراهم ساخته و تمام خواص ویژه یک ارگانیسم را بوجود می آورند.

اقیانوسها منبع گروه بزرگی از محصولات طبیعی هستند که به طور ویژه در بی مهرگانی مانند اسفنجها، تونیکاتا، بریوزوا و نرم تنان یافت شده است. قسمت اصلی ترکیبات دریایی که امروزه در کاربردهای پزشکی استفاده می شوند از این گونه ها یا از جلبکهای دریایی به شکل متابولیت های ثانویه تولید می شوند.

از ترکیب کارهای شیمی دانان و داروسازان ترکیبات بسیاری از محصولات طبیعی دریایی شناخته شده و در مراحل پیشرفته تولید داروهای مانند داروی ضد سرطان آلکالوئید اکتیناسیدین ۷۴۳ یا داروی کونوتوکسین برای دردهای عصبی قرار دادیم.

متابولیسم سازنده ملکولهایی است که موجب تمایز یک نوع ارگانیسم از دیگری می شود و بسیاری از این ملکولها پیچیده ترین ترکیبات شناخته شده اند. ماکرو ملکولها ملکولهای زیست شیمیایی بسیار سازمان یافته ای هستند که برای رشد و متابولیسم سلولی لازم اند. چهار دسته اصلی ماکرو ملکولها شناخته اند:

پروتئینها، پلی ساکاریدها، لیپیدها و اسیدهای نوکلئیک (Ackman et al., 1989).

### ۱-۳ اسیدهای چرب

چربیها استرهای کربوکسیلیک مشتق از کربوکسیلیک اسیدهای مختلفند. نسبت این اسیدها از هر چربی به چربی دیگر متفاوت است و هر چربی ترکیب مخصوص بخود را دارد که در نمونه های مختلف، این ترکیب یکسان است.

لیپیدها ترکیبات اصلی غشاهای سلولی اند و در فرایندهای انتقال غشایی دخالت دارند. علاوه بر این ترکیبات ذخیره انرژی و نیز تنظیم کننده های متابولیکی و هورمونی هستند.

اسیدهای چرب ترکیبات آلیفاتیک لیپیدها و اکثراً ترکیباتی با زنجیر مستقیم اشباع شده یا غیراشباع اند که از ۳ تا ۲۲ کربن دارند و دارای یک عامل کربوکسیلیک در انتهای ملکول هستند. [Lenore, ۲۰۰۳]

اشباع شده  $CH_3(CH_2)_nCOOH$

غیراشباع با یک بند دوگانه  $CH_3(CH_2)_mCH=CH(CH_2)_nCOOH$

غیراشباع با چند بند دوگانه  $CH_3(CH_2)_m(CH=CHCH_2)_x(CH_2)_nCOOH$

اسیدهای چرب با کمتر از ۱۲ کربن فرارند و بوسیله تقطیر جداسازی می‌شوند.

مهم‌ترین اسیدهای چرب اشباع شده، غیراشباع با یک پیوند دوگانه و دو یا چند بند دوگانه

در جداول زیر ارائه شده‌اند:

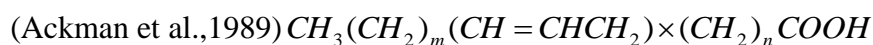
جدول ۱-۲ اسیدهای چرب اشباع شده با فرمول عمومی  $CH_3(CH_2)_nCOOH$  (Ackman et al., 1989)

نام	علامت اختصاری	نام گذاری سیستمی
استیک	۲:۰۰	اتانویک (Ethanoic)
بوتیریک	۴:۰۰	بوتانویک (Butanoic)
کاپروئیک	۶:۰۰	هگزانویک (Hexanoic)
کاپریلیک	۸:۰۰	اکتانویک (Octanoic)
پلارگوئیک	۹:۰۰	نونانویک (Nonanoic)
کاپریک	۱۰:۰۰	دکانویک (Decanoic)
	۱۱:۰۰	آن دکانویک (Undecanoic)
لوریک	۱۲:۰۰	دو دکانویک (Dodecanoic)
	۱۳:۰۰	تری دکانویک (Tridecanoic)
میرستیک	۱۴:۰۰	تترا دکانویک (Tetradecanoic)
	۱۵:۰۰	پنتا دکانویک (Pentadecanoic)
پالمیتیک	۱۶:۰۰	هگزا دکانویک (Hexadecanoic)
مارگاریک	۱۷:۰۰	هپتا دکانویک (Heptadecanoic)
استئاریک	۱۸:۰۰	اکتا دکانویک (Octadecanoic)
	۱۹:۰۰	نونا دکانویک (Nanodecanoic)
آراشیدیک	۲۰:۰۰	ایکوزا نوئیک (Eicosanoic)
	۲۱:۰۰	هن ایکوزا نوئیک (Heneicosanoic)
بهنیک	۲۲:۰۰	دو کوزا نوئیک (Docosanoic)
لیگنوسریک	۲۴:۰۰	تترا کوزا نوئیک (Tetracosanoic)

جدول ۳-۱ اسیدهای چرب با یک پیوند دوگانه و فرمول عمومی  $CH_3(CH_2)_mCH=CH(CH_2)_nCOOH$  (Ackman et al., 1989)

نام	علامت اختصاری	نام گذاری سیستمی
میرستولئیک	(n-5) ۱۴:۱	سیس ۹ تترا دسنوئیک (Cis-9-tetradecenoic)
پالمیتولئیک	(n-7) ۱۶:۱	سیس ۹ هگزا دسنوئیک (Cis-9-hexadecenoic)
	-	ترانس ۳ هگزا دسنوئیک (Trans-3-hexadecenoic)
پتروسلینیک	(n-12) ۱۸:۱	سیس ۶ اکتا دسنوئیک (Cis-6-octadecenoic)
اولئیک	(n-9) ۱۸:۱	سیس ۹ اکتا دسنوئیک (Cis-9-octadecenoic)
سیس واکسنیک	(n-7) ۱۸:۱	سیس ۱۱ اکتا دسنوئیک (Cis-11-octadecenoic)
الایدیک	-	ترانس ۹ اکتا دسنوئیک (Trans-9-octadecenoic)
واکسنیک	-	ترانس ۱۱ اکتا دسنوئیک (Trans-11-octadecenoic)
گادولئیک	(n-11) ۲۰:۱	سیس ۹ ایکوزنوئیک (Cis-9-eicosenoic)
گندوئیک	(n-9) ۲۰:۱	سیس ۱۱ ایکوزنوئیک (Cis-11-eicosenoic)
اروسیک	(n-9) ۲۲:۱	سیس ۱۳ دوکوزنوئیک (Cis-13-docosenoic)
نرونیک	(n-9) ۲۴:۱	سیس ۱۵ تتراکوزنوئیک (Cis-15-tetracosenoic)

جدول ۴-۱ اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه و فرمول عمومی



نام	علامت اختصاری	نام گذاری سیستمی
لینولئیک	۱۸:۲ (n-۶)	۹، ۱۲ اکتا دکا دی انوئیک (9,12-octadecadienoic)
گاما لینولئیک	۱۸:۳ (n-۶)	۶، ۹، ۱۲ اکتا دکا تری انوئیک (6,9,12-octadecatrienoic)
هموگاما لینولئیک	۲۰:۳ (n-۶)	۱۴، ۱۱، ۸ ایکو زا تری انوئیک (8,11,14-eicosatrienoic)
آراشیدونیک	۲۰:۴ (n-۶)	۵، ۸، ۱۱، ۱۴ ایکو زا تری انوئیک (5,8,11,14-eicosatetraenoic)
-	۲۰:۵ (n-۶)	۴، ۷، ۱۰، ۱۳، ۱۶ ایکو زا پنتا انوئیک (4,7,10,13,16-eicosapentaenoic)
آلفا لینولئیک	۱۸:۳ (n-۳)	۵، ۹، ۱۲ اکتا دکا تری انوئیک (9,12,15-octadecatrienoic)
EPA	۲۰:۵ (n-۳)	۱۷، ۱۴، ۱۱، ۸، ۵ ایکو زا پنتا انوئیک (5,8,11,14,17-eicosapentaenoic)
-	۲۲:۵ (n-۳)	۱۹، ۱۶، ۱۳، ۱۰، ۷ ایکو زا پنتا انوئیک (7,10,13,16,19-decosapentaenoic)
DHA	۲۲:۶ (n-۳)	۱۹، ۱۶، ۱۳، ۱۰، ۷، ۴ دوکو زا هگزا انوئیک (4,7,10,13,16,19-decosahexaenoic)
Meads acid	۲۰:۳ (n-۹)	۱۱، ۸، ۵ ایکو زا تری انوئیک (5,8,11-eicosatrienoic)

\* پیوند دوگانه در موقعیت سیس قرار دارد

اسیدهای چرب به صورت آزاد و با مقادیر جزئی در سلولها و بافتهای جانوران و گیاهان وجود دارند و بخشی از واحدهای ساختمانی بیشتر لیپیدها، فسفولیپیدها، گلیکولیپیدها و

استرهای کلسترویل را تشکیل می‌دهند و برخی دارای یک، دو یا سه پیوند دوگانه‌اند و یا انشعابات جانبی دارند. تعداد کربنها به استثنای چند مورد همیشه زوج است که احتمالاً به دلیل روش سنتز آنها در جانداران است. همچنین امکان ایزومری شدن و تولید شاخه سیس و ترانس دارند و بیشتر ترکیبات در آبزیان غیر اشباعند (Ackman et al., 1989).

اسیدهای چرب غیراشباع دارای نقطه ذوب پایین تری نسبت به اسیدهای چرب اشباعند و هرچه تعداد کربن بیشتر باشد نقطه ذوب بالاتر است.

به‌طور سیستماتیک برای نام‌گذاری، اسیدهای چرب اشباع از روی تعداد هیدروکربن اشباع شده با همان تعداد اتم کربن نام‌گذاری می‌شوند و e انتهای به oic تبدیل می‌شود. به‌طور مثال اسید چرب با ۱۶ اتم کربن و فرمول ساختمانی:  $CH_3(CH_2)_{14}COOH$

هگزادکانوئیک اسید و به‌طور معمول پالمیتیک اسید نامیده می‌شود. البته به‌طور خلاصه به شکل «C۱۶» یا «۱۶:۰» نیز نام‌گذاری می‌شود که عدد سمت چپ تعداد اتم کربن و عدد سمت راست تعداد پیوند دوگانه را نشان می‌دهد.

در نام‌گذاری اسیدهای چرب غیراشباع موقعیت پیوند دوگانه را بوسیله شماره اتم کربن از گروه هیدروکسیل تعیین می‌کنند (Akoh et al., 2006).  
به‌طور مثال:

$\Delta_{9-10}$	اولئیک اسید (C۱۸)
$\Delta_{9,12}$	لینولئیک اسید (C۱۸)
$\Delta_{9,12,15}$	لینولنیک اسید (C۱۸)

ساختار باندهای دوگانه بیشتر به فرم «سیس» دیده می‌شود و فرم «سیس» نقطه ذوب ترکیبات را نسبت به «ترانس» پایین‌تر می‌آورد زیرا زنجیرهای غیراشباع سیس در محل بند دوگانه پیچشهایی دارد که با سایر زنجیرهای اشباع کاملاً هماهنگ نشده و در هم فرو نمی‌روند، ولی در فرم ترانس اسیدهای غیراشباع ترانس تقریباً با آرایش خطی و مشابه با زنجیرهای اشباع بوده و با هم هماهنگ بوده و به خوبی در هم فرو می‌روند و نیروهای بین مولکولی قویتر و نقطه ذوب بالاتری نتیجه می‌شود.



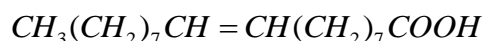


### ۱-۳-۱ طبقه‌بندی اسیدهای چرب

اسیدهای چرب با منشاء گیاهی، جانوری یا میکربی معمولاً شامل اعداد زوجی از اتمهای کربن در زنجیره‌های مستقیم همراه با یک گروه کربوکسیل در انتها و باندهای دوگانه با آرایش «سیس» در موقعیتهای خاصند. در بافتهای جانوری، اسیدهای چرب معمول در طول زنجیر از ۱۴ تا ۲۲ کربن دارند و در مواردی از ۲ تا ۳۶ یا بیشتر اتم کربن هم دیده شده است. برخی گروههای میکروارگانیسرها دارای اسیدهای چرب با ۸۰ کربن یا بیشتر هم وجود دارند اما گیاهان عالی معمولاً توزیع محدودی در طول زنجیر نشان می‌دهند. اسیدهای چرب گیاهی و میکربی شامل طیف گسترده‌ای از گروههای عاملی مانند پیوندهای دوگانه ترانس، پیوندهای استیلنی، گروههای اپوکسی، هیدروکسیل، کتوواتری و حلقه‌های سیکلو پروپن، سیکلو پروپان و سیکلوپنتن هستند (Ackman et al., 1989).

### ۱-۳-۲ اسیدهای چرب مونوئویک

در منابع طبیعی اسیدهای چرب راست زنجیر با اتمهای کربن زوج از ۱۰ تا بیش از ۳۰ کربن و شامل یک پیوند دوگانه سیس شناسایی شده‌اند، که پیوند دوگانه در موقعیتهای متفاوتی نسبت به گروه کربوکسیل قرار دارد. فراوانترین اسیدچرب مونوئویک در بافتهای زنده سیس - ۹- اکتادسنویک اسید یا همان اولئیک اسید با ساختار زیر است.



و در نام نویسی بصورت C<sub>18:1</sub> نوشته می‌شود. موقعیت پیوند دوگانه را به شکل (n-x) نشان می‌دهند که n طول زنجیره اسید چرب و x محل اتم کربن پیوند دوگانه نسبت به انتهای ملکول است.

(مثال: اولئیک اسید به صورت (n-9) 18:1 نوشته می‌شود)

اسیدهای چرب مونوئویک با پیوند دوگانه آرایش ترانس نیز در طبیعت یافت می‌شوند و مثال آن ترانس ۳ هگزا دسنویک اسید است که معمولاً به عنوان یک جزء اساسی لیپیدهای

کلروپلاست گیاهی وجود دارد (Ackman et al., 1989).

### ۳-۳-۱ اسیدهای چرب غیراشباع با بیش از یک بند دوگانه

این گروه از اسیدهای چرب غیراشباع (PUFA) که منشاء جانوری دارند از پیش سازهای بیوسنتزی مشتق می‌شوند. این اسیدها ۲ تا ۶ بند دوگانه دارند که با گروههای متیلن از هم جدا می‌شوند و ساختار انتهایی مشابهی دارند.

فراوانترین اسید این گروه لینولئیک اسید (سیس ۹ سیس ۱۲ اکتادکادی انوئیک اسید) است که در بسیاری از بافتهای گیاهی و جانوری یافت می‌شود و بصورت (۶-n) ۱۸:۲ خلاصه‌نویسی می‌شود. لینولئیک اسید در بافتهای جانوری به خودی خود قابل سنتز نیست و یک اسید ضروری در رژیم غذایی جانوران است و برای رشد، تولید مثل و سوخت و ساز جانوران ضرورت دارد. آراشیدونیک اسید (۶-n) ۲۰:۴ نیز به عنوان یک جزء ضروری از ساختار فسفولیپیدهای غشایی و نیز پیش ساز پروستاگلندینها بسیار اهمیت دارد. این ترکیبات دارای اثرات دارویی بوده و نیازمند تحقیقات و بررسی‌های بیشتری هستند.

سیس ۶ سیس ۹ سیس ۱۲ اکتادکاتری انوئیک اسید (۶-n) ۱۸:۳ نیز حد واسط مهمی در بیوسنتز آراشیدونیک اسید و از سازندگان روغنهای گیاهی است که به نوبه خود اهمیت تحقیق و بررسی دارد.

دو اسید (۳-n) ۲۰:۵ و (۳-n) ۲۲:۶ نیز عملکردهای ویژه‌ای در فسفولیپیدهای بافت عصبی و چشم دارند و ترکیب اول پیش ساز پروستاگلوئیدهای ویژه‌ای در بافتهای جانوری است. اسیدهای چرب چند غیراشباعی با بیش از یک گروه متیلن بین پیوندهای دوگانه مانند سیس ۵ سیس ۱۱ و سیس ۱۳ ایکوزادی انوئیک اسیدها نیز در بی‌مهرگان دریایی و برخی ارگانسیمهای آبزی یافت شده، اما بندرت در جانوران دیگر دیده شده است.

به‌طور کلی اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه (PUFA) توسط گیاهان به‌طور گسترده تولید می‌شوند ولی جانوران تنها اشکالی از آنها را از طریق اشباع زدایی و طولانی شدن زنجیر به شکل دیگر تبدیل می‌کنند، ولی تعداد نادری از جانوران قادرند این گروه از اسیدهای چرب را در بدن و توسط سوخت و ساز داخلی بدن بسازند. این گروه از اسیدهای چرب نقش مهمی در تنظیم خواص غشای سلول دارند و بعنوان پیش‌سازهای هورمونهای مهم جانوری عمل کرده و برای جانوران ضروری هستند (Brett&Navarra, 1997).

### ۳-۱-۴ نقش و اهمیت اسیدهای چرب در جانوران

اسیدهای چرب به عنوان منابع انرژی عمل کرده، به شکل اسیدهای آزاد به پلازما منتقل شده و به شکل کمپلکس با آلبومین قادر به انتقال فعال از خلال غشای سلولی اند. همچنین بعنوان پیامبران ثانویه لازم برای ترجمه پیامهای وارد شده به بافتها عمل کرده و به گیرندههای غشای پلاسمایی متصل می شوند و نیز تشدید پیامهای سلولی را انجام می دهند.

به طور مثال، بر فعالیتهای پروتئین کینازها، فسفولیپازها، آدنیلات و گوانیلات سیلازها و بسیاری فرایندهای متابولیکی دیگر تاثیر دارند. بخشی از فعالیت اسیدهای چرب به طور غیرمستقیم در طی متابولیسم آراشیدونیک اسید به ایکوزانوئیدها روی می دهد (McClintock & Baker, 2001).

علاوه بر این در بافتهای جانوری اسیدهای چرب غیراشباع در تنظیم بیان ژنی نیز دخالت می کنند، بخصوص ژنهای هدفی که پروتئینها را کدگذاری می کنند و در انتقال یا متابولیسم اسیدهای چرب نقش دارند. البته به نظر نمی رسد اسیدهای چرب راست زنجیر یا مونوئوئیک در این فرایندها نقش داشته باشند.

به طور کلی اهمیت اسیدهای چرب از جنبه های زیر قابل بررسی است:

- نقش آنها در ساختن محصولات متابولیکی داخلی جانوران

- واحدهای ذخیره انرژی

- واحدهای ساختمانی غشاهای سلولی

- پیش سازهای ایکوزانوئیدها (PUFA)، مانند تولید پروستاگلندینها، پروستاگلین و ترومبوکسان

- اثرات دارویی، به طور مثال، اسیدهای چرب گروه امگا-۳ اثرات ضدالتهابی و مقاوم سازی

در برابر باکتریها را دارند، یا عملکردهای ویژه ای در فسفولیپیدهای بافتهای عصبی و چشم دارند

مانند اسیدهای چرب  $22:6(n-3)$  یا  $20:5(n-3)$ .

گروه PUFA (اسیدهای غیراشباع چند عاملی)، در معالجه بیماریهای قلبی و عروقی و

اسیدهای ایکوزاپیتانوئیک و آراشیدونیک در تقویت سیستم ایمنی بدن نیز نقش دارویی مؤثری دارند.

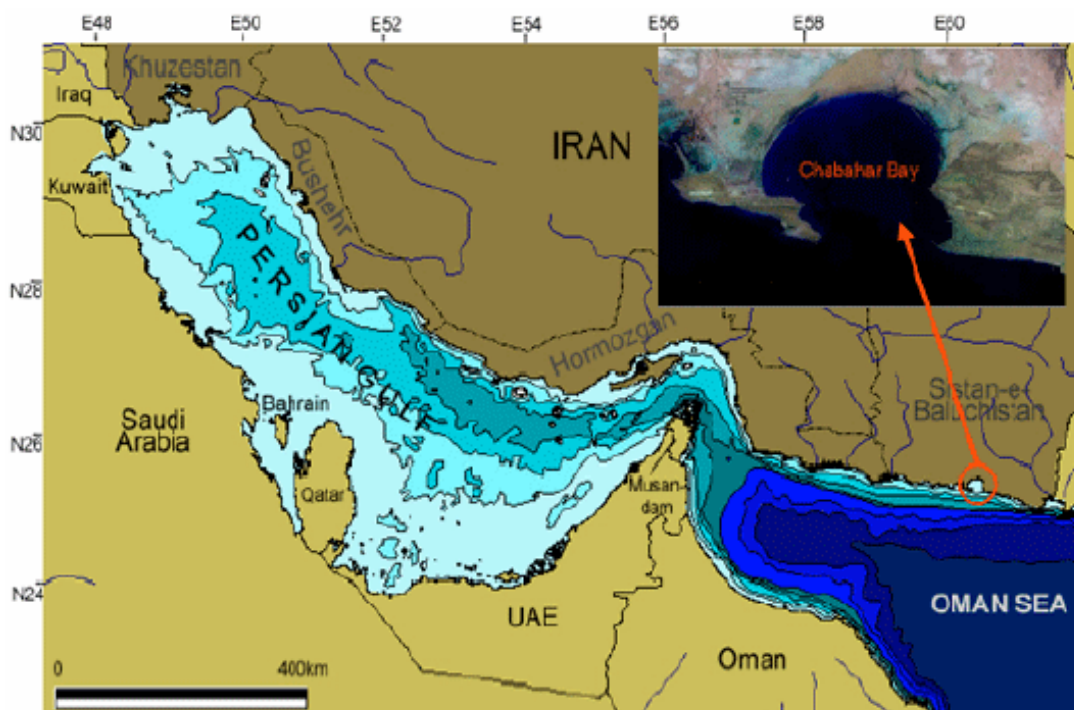
### ۱-۴ دریای عمان

دریای عمان شاخه ای از اقیانوس هند در شمالی ترین نقطه آن با عمق متوسط ۳۰۰۰ متر

است .

در منطقه خلیج فارس و دریای عمان بطور کلی رطوبت نسبی هوا در تمام طول سال زیاد است و در سواحل تا ۹۷ درصد می رسد . وجود رطوبت زیاد ، مانع بالا رفتن بیش از حد درجه حرارت هوا در فصل تابستان می شود . بالا بودن رطوبت نسبی هوا ، در کاهش میزان تبخیر آب نیز تاثیر زیادی دارد بطوری که بعنوان مثال در منطقه چابهار که رطوبت نسبی آن در تابستان به حداکثر می رسد آب چاله های واقع در سطح زمین اغلب خشک نمی شود و در کیفیت آب و ادامه حیات موجودات این اکوسیستم تاثیر دارد(کردوانی،۱۳۷۴) .

دمای هوا در دمای آب موثر است و این منطقه دارای آب و هوای گرم است که حداکثر مطلق دما به ۴۷ درجه سانتی گراد و حتی ۵۲/۶۷ درجه سانتی گراد رسیده است . اما در تابستان که هوای منطقه در ماههای مرداد و شهریور به گرم ترین مقدار خود می رسد ، دمای آب از ۳۰ درجه تجاوز نمی کند و متوسط پایین ترین دمای آب حدود ۱۸ درجه سانتیگراد است متوسط شوری دریای عمان ۳۶/۷۵ در هزار است و ۰/۲۰۰۲۵ کمتر از میزان شوری خلیج فارس است و در تمام طول سال دامنه تغییرات شوری خیلی کم است . دما و شوری زیاد آب ، تمایل بیشتری برای تشکیل رسوب کربناتی غیرآلی را بوجود می آورند . جهت امواج در منطقه چابهار (شکل ۱-۱) بیشتر به سمت جنوب شرقی است و امواج از نظر توزیع زمانی بیشتر در فصل پاییز و زمستان ظاهر می شوند و در فصلهای بهار و تابستان دریا آرامش بیشتری دارد(کردوانی،۱۳۷۴) .



شکل ۱-۱ خلیج چابهار واقع در بخش شمالی دریای عمان

<http://scialert.net/xml/jbs/2009/images/fig1-2k9-j8681.gif>

در طول تابستان (اواخر خرداد تا شهریور) بادهای قوی جنوب غربی در طول دریای عمان می وزند که موجب انتقال اکمن و فراروی قوی در طول ساحل عمان و ساحل جنوب غربی هند می شود. در اثر فرایند فراروی آبهای سرد غنی از مواد مغذی از عمق چند متری به سطح آمده و افزایش غلظت کلروفیل **a** و تولید اولیه بیولوژیکی در منطقه را ایجاد می کند. بنابراین دریای عمان یکی از پرتولیدترین مناطق اقیانوسی جهان محسوب می شود. در طول زمستان بادهای شمال شرقی موجب فراروی نمی شود و بنابراین میزان تولید اولیه بیولوژیکی در این زمان پایین است.

در طول فصول فراروی مواد مغذی بیشتر و تنفس بیشتر بوده و در نتیجه میزان **CO<sub>2</sub>** نیز بیشتر است و **pH** آب کمتر است و نیز دمای سطح آب به دلیل فراروی **۴°C** کمتر می شود. در دریای عمان جریانهای آب با تغییر جهت باد، تغییر می کند. بررسیها نشان می دهد از اردیبهشت تا شهریور یعنی در هنگام وزش بادهای موسمی جنوب غربی، آب به داخل دریای عمان در جهتی بین شمال و غرب جریان دارد که بعضی مواقع در خلاف جهت به طرف عمان نیز حرکت می کند.

همین طور جریان دیگری از آب ، از ماه آبان تا اسفند یعنی زمان بادهای موسمی شمال شرقی از عمان به سمت بیرون جریان می یابد . در منطقه جاسک که جزو مناطق پرتولید است همیشه فرارویهایی در طول خط ساحلی داریم که موجب شکوفایی ذخایر آبزیان می شود . خواص بیولوژیکی اکوسیستم دریای عمان به طور عمده تحت تاثیر بادهای مانسونی ( شمال شرقی ) در طول زمستان و جنوب غربی در طول تابستان است . جمعیتهای فیتوپلانکتونی الگوی فصلی نشان می دهند و سه گروه عمده دیاتومه ها ، داینوفلاژله ها و سیانوباکتریها را شامل می شوند که تحت تاثیر تغییرات پارامترهای هیدروگرافی و شیمیایی قرار دارند . البته در طول سال جمعیت غالب دیاتومه ها و داینوفلاژله ها هستند . بیومس دیاتومه ای در زمان مانسون جنوب غربی است و در این زمان در غلظت های بالای مواد مغذی غلبه دیاتومه ها مشاهده می شود .

سرعت رشد جمعیتهای فیتوپلانکتونی با غلظت نیتрат در ارتباط بوده و دیاتومه ها بیشترین ارتباط را از جهت رشد بعنوان تابعی از غلظت نیترات دارند که این ارتباط در مورد داینوفلاژله ها مشاهده نشده است .

در نتیجه می توان گفت تولید اولیه و تولید ثانویه در مانسون جنوب غربی نسبت به زمان مانسون شمال شرقی و غلظت مواد مغذی بویژه نیترات در آبهای سطحی در این زمان بیشتر است . از طرفی جمعیت دیاتومه ها وابسته به مواد مغذی و بویژه نیترات بوده و در طول مانسون تابستانه ( جنوب غربی ) افزایش نشان می دهد . در نتیجه ی افزایش دیاتومه ها و سردتر بودن آب اعماق سیلیس موجود کمتر شده که نشان دهنده مصرف آن توسط دیاتومه هاست ؛ ولی اکسیژن و فسفات که از مواد آلی آزاد می شود در اعماق بیشتر است

( Brown ,2002;Passier,1996;Johnson,2002;Toon,2000;Naidu,2004)

#### ۱-۵ نرم تنان

تاریخچه مصرف ماهی و آبزیانی مانند نرم تنان و سخت پوستان به دوران پارینه سنگی بر می گردد و قدمت دیرینه ای دارد. به دلیل یافتن ارتباط اسیدهای چرب دارای امگا۳ و مصرف گوشت آبزیان و اثرات آنها در سلامتی بشر تحقیقات زیادی در این زمینه انجام شده است. دریاها و اقیانوس ها دارای ۶۰۰/۰۰۰ گونه ماهی، سخت پوست و نرم تنانی مانند ماسلها\*، اویسترها\*\*، لیمپت ها\*\*\*، حلزون ها و هشت پاها بوده و همواره از زمانهای قدیم مورد تغذیه بشر بوده اند. یکی از تفاوت های بین آبزیان و جانداران منابع خشکی در داشتن اسیدهای چرب غیر اشباع از

خانواده امگا ۳ است. این مولکولهای راست زنجیر و بلند دارای مجموعه ای از پیوندهای دوگانه سیس بوده و مهم ترین آنها ایکوزاپنتائنوئیک اسید یا تیمنودونیک اسید (EPA) و دوکوزاهگزانوئیک اسید (DHA) است. مصرف ماهی ها و سایر آبزیان ۱۴٪ مصرف روزانه اسیدهای چرب امگا ۳ را تأمین می کنند. این گونه ها دارای اسیدهای چرب اصلی میریستیک اسید (۱۴:۰)، پالمیتیک اسید (۱۶:۰)، پالمیتوئیک اسید (۱۶:۱ n-7)، اولئیک اسید (۱۸:۱ n-9)، گادولئیک اسید (۲۰:۱ n-11)، ستولئیک اسید (۲۲:۱ n-11)، EPA و DHA هستند. ترکیب این اسیدها با حضور مقادیر کمتری از پنتادکانوئیک اسید (۱۵:۰)، هگزادکادی انوئیک اسید (۱۶:۲)، هگزادکتری انوئیک اسید (۱۶:۳)، هگزادکاترانوئیک اسید (۱۶:۴)، استئاریک اسید (۱۸:۰)، آسلیک اسید (۱۸:۱ n-7)، لینوئیک اسید (۱۸:۲ n-6)، آلفالینولنیک اسید (۲۰:۳-۳n)، موروکتیک اسید (۱۸:۴ n-3)، آراشیدیک اسید (۲۰:۰)، آراشیدونیک اسید (۲۰:۴ n-6)، ایکوزاتترائنوئیک اسید (۲۰:۴ n-3) و کلوپانودونیک اسید (۲۲:۵ n-3) پیچیده تر می شود. همچنین مقادیر بسیار جزئی از اسیدهای با کربن فرد مانند هپتادکانوئیک اسید (۱۷:۰) و هپتادسنوئیک اسید (۱۷:۱) و اسیدهای چرب با انشعاب متیل نیز دیده شده اند.

علت وجود دامنه گسترده ای از اسیدهای چرب در آبزیان تنوع غذایی آنهاست که حاوی مجموعه زیادی از اسیدهای چرب است. مثلاً گونه های پلاژیک از جمعیت *Mussels* انگتونی شناور تغذیه می کنند که دارای غلظت های قابل توجهی از EPA و DHA است، یا وجود اسیدهای ۲۰:۱ و ۲۲:۱ در ماهیها به دلیل اکسایش الکلهای بلند زنجیر در استرهای کوپه پوداست (Moffat & McGill, 1993). حضور مقادیر بالای C20 و C22 نیز شناساگر حضور زئوپلانکتونهاست (Lee et al. 1971). اسیدهای ۱۴:۰، ۱۶:۱، ۱۶:۲ و ۲۰:۵ اسیدهای چرب اصلی دیاتومه ها هستند (Ackman et al., 1964) و ۱۸:۱، ۱۶:۰، ۱۸:۴ و ۲۲:۶ در داینوفلاژله ها غالبند (Pohl and Zurheide, ۱۹۷۹) و ۱۵:۰، ۱۷:۰ و ۱۸:۱ n-۷ نیز مشخصه سلولهای باکتریایی است (Perry et al., 1979).

در بین آبزیان نرم تنان از منابع مهم غذایی برای انسان هستند. اویسترها، صدفهای خوراکی، اسکالوپها، ماسلها، هشت پاها و اسکوئیدها از انواع خوراکی این شاخه به شمار می آیند. در طرح کلی بدن، دارای تقارن دوجانبی، توده احشایی پوشیده از بافت پوششی نرم و یک پای عضلانی هستند که برای حرکت یا حفر بستر به کار می رود و در انتهای جلوی بدن، سر مشخص دارند (به

\*\* Oysters

\*\* Limpets

استثنای دوکفه‌ایها و ناو پایان). همه نرم تنان غیر از دوکفه‌ایها دارای زبان سوهانمانندی به نام سوهانک هستند. در دیواره پستی بدن، معمولاً دو چین‌خوردگی به وجود می‌آید که بین خود و توده احشایی، حفره‌ای به نام روپوش تشکیل می‌شود. در بیشتر اعضای این شاخه سطح خارجی روپوش صدف محافظی را ترشح می‌کند. صدف نرم تن شامل لایه‌ای شاخی حاوی پروتئین است که دولایه زیرین را که حاوی کلسیم است از فرسایش حفظ می‌کند. لایه میانی شامل بلورهای متراکم کلسیم کربنات است. لایه داخلی مرواریدی است و در سراسر زندگی جانور ضخامت آن افزایش می‌یابد. مرواریدها گاهی در بدن نرم تنان دو کفه‌ای مانند صدفهای خوراکی و اوستیرها در نتیجه ترشح مواد صدفی به دور جسم خارجی تشکیل می‌شوند (ریون و جانسون، ۱۳۸۳)

هشت رده از نرم تنان وجود دارند (Miller&Harley, 2005):

۱- کودوفوویتا، کرمی شکلان (Caudofoveata) نرم‌تنان کرمی شکل با بدن استوانه‌ای، بدون صدف، اسپیکول کیتینی، بدون چشم، تتاکل، اندام تعادل، پا و نفریدی. متعلق به آبهای عمقی، دریازی و حدود ۷۰ گونه شناسایی شده‌اند (کتودرما).

۲- بی‌صدفان (Aplacophora)، بدون صدف، مانند و پا، سرکمی مشخص، دریازی و حدود ۲۵۰ گونه‌اند (نئوسینا).

۳- بسپاره‌صدفان (Polyplacophora)، بدن پستی شکمی و بیضی شکل، دارای صدفی با هشت قطعه متوالی، دریازی و روی بسترهای صخره‌ای بین جزر و مدی دیده می‌شود (کیتون).

۴- تک‌پاره‌صدفان (Monoplacophora)، نرم‌تنانی با یک صدف یک قطعه، پای پهن و شش تا ۸ جفت آبشش در شیار روپوشی دارند (نئوپیلینا).

۵- ناوپایان (Scaphopoda) بدن در یک قطعه صدف لوله‌ای قرار دارد که در دو طرف باز است و یک دهانه صدف وسیع‌تر و یک دهانه باریک‌تر است. از تتاکلهای اطراف دهان برای جذب غذا استفاده می‌کنند، بدون سر و دریازی هستند (دنتالیم) و بیش از ۳۰۰ گونه‌اند.

۶- دو کفه‌ایها (Bivalvia) بدن در دو قطعه صدف جای گرفته، بدون سر و رادولا هستند، پای پهن و تبری شکل دارند. در دریا و آب شیرین زندگی می‌کنند. بیش از ۳۰۰۰۰ گونه‌اند. (آنودونت)

۷- شکم‌پایان (Gastropoda) صدف پیچیده‌ای دارند. تقارن بدن در اثر چرخش بدن در دوران جنینی از بین رفته است. معمولاً ۴ شاخک دارند. در دریای آب شیرین و خشکی زندگی



می‌کنند (نریتا)

۸- سرپایان (Cephalopoda)، سربزرگ و در اطراف سر تعدادی بازو یا پای تغییر شکل یافته دارند. بر روی بازوها بادکش و در انتهای مانتل سیفون دارند. دریازی هستند. (لولیگو) با مطالعه مقایسه‌ای این جانوران، بعضی از دانشمندان نتیجه گرفته‌اند که نرم تن اجدادی احتمالاً جانوری کرمی شکل بوده که روی شکم سر می‌خورده و سطح پشتی شکمی آن مسطح و فاقد تقسیم بوده است. این دانشمندان معتقدند که این جد فرضی دارای مقدار مناسبی کوتیکول کیتینی و فلسهای کلسیمی بوده که یکدیگر را می‌پوشانده‌اند.

رده‌ای از نرم تنان آن زمان که بسیاری از این اختصاصات هنوز در آنها وجود دارد در ردهٔ بسپاره صدفها (کیتونها) است. این نرم تنان دریایی بدن بیضی شکل دارند با هشت صفحهٔ کلسیمی که یکدیگر را می‌پوشانند. در زیر صفحات پای پهن مسطحی برای خزیدن کیتون وجود دارد که اطراف آنرا شیار یا حفرهٔ روپوشی احاطه می‌کند و برانشیها در آنجا قرار دارند. اغلب کیتونها گیاهخوارند که در مناطق کم عمق دریا زندگی می‌کنند. اما بعضی از آنها در عمق بیش از ۷۰۰۰ متر نیز یافت شده‌اند.

#### ۱-۶ پیشینهٔ تحقیق

#### ۱-۶-۱ شناسایی ترکیبات اسیدهای چرب آبزیان

تاکنون در زمینه شناسایی ذخایر زیستی بی‌مهرگان خلیج فارس و دریای عمان به ویژه نرم تنان که دارای ارزش تجاری بوده و در بسیاری از کشورها جایگاه ویژه‌ای را از نظر اقتصاد شیلاتی به خود اختصاص داده‌اند، مطالعات پراکنده و محدودی صورت گرفته که در نتیجهٔ یکی از این مطالعات تعداد ۳۵۵ گونه نرم تن (به جز سرپایان) از ۱۱۴ خانواده شناسایی شده‌اند. از این میان بیشترین تنوع گونه‌ای متعلق به شکم‌پایان در ۷۳ خانواده و سپس دوکفه‌ایها با ۳۸ خانواده بوده است (حسین‌زاده صحافی، ۱۳۷۹)

نرم تنان در خلیج فارس و دریای عمان از تنوع زیستی بالایی برخوردارند و از ذخایر مهم زیستی در این مناطق محسوب می‌شوند. تنوع و پراکنش دو کفه‌ایها در خلیج چابهار توسط نیکویان و همکاران، ۱۳۷۷ و اشجع اردلان، ۱۳۷۲ بررسی و بویژه در مناطق جزر و مدی خلیج چابهار و سواحل اطراف آن خانواده‌هایی از دوکفه‌ایها مانند Arcidae، Veneridae، Nuculidae، Oysteriidae، Mitilidae و Cardiidae شناسایی شدند.

همچنین شکم پایان منطقه توسط سماعی، ۱۳۷۳ بررسی و خانواده‌هایی مانند Neritidae, Olividae, Bursidae, Turbinidae, Trochidae, Patellidae شناسایی شده‌اند. اما تاکنون مطالعات کمی در زمینه شناسایی سایر گونه‌های نرم تنان منطقه چابهار و نیز ذخایر اسیدهای چرب آنان انجام شده است. در این رابطه محققین سایر کشورها نتایجی را از مقدار اسیدهای چرب و تغییرات فصلی آنها در گونه‌های چندی از نرم تنان آب شور یا دو کفه ایها و شکم پایان آب شیرین گزارش نموده‌اند.

(Fried et al, 1993) مطالعاتی بر روی اسیدهای چرب دوگونه از شکم پایان آب شیرین انجام داده و نتیجه گرفته‌اند که بیشترین مقادیر اسیدهای چرب مربوط به اسیدهای پالمیتیک، آراشیدونیک، استئاریک، اولئیک و ایکوزاپنتانوئیک بوده و این اسیدها بعنوان اسیدهای چرب اصلی بسیاری از گونه‌های دیگر شکم پایان و نرم تنان گزارش شده است (Johns et al, 1979; Joseph, 1982; Ackman et al, 1971; Gardner and Riley, 1972). تغییرات فصلی اسیدهای چرب در رابطه با رژیم غذایی ۹ گونه از نرم تنان منطقه جزر و مدی استرالیا را بررسی کرده و دریافتند نه تنها رژیم غذایی نرم تنان بلکه متابولیسم داخلی این جانداران در تغییرات سالیانه اسیدهای چرب نقش دارند. علاوه بر این درصد اسیدهای چرب غیراشباع نسبت به اسیدهای چرب اشباع و مونوانوئیک در زمستان بالاتر بوده است.

Dembitsky و همکاران (1993) با بررسی ترکیبات اسیدهای چرب دوگونه از نرم تنان آب شیرین دریاچه بایکالیا (بایکالیا اویفورموس و بندیکتیا بایکالیزیس) و با توجه به اینکه نرم تنان ذخیره خوبی از فسفولیپیدها و اسیدهای چرب غیراشباع و NMID هستند، گزارش نموده‌اند که ترکیبات اسید چرب این دوگونه با گونه‌های دریایی تفاوت زیادی دارد که می‌تواند نشان دهنده ارتباط ترکیبات اسیدهای چرب با شرایط اکولوژیکی این مناطق باشد.

از طرف دیگر Misra و همکاران (2002) تفاوت‌هایی را در ترکیبات اسیدهای چرب در اندامهای مختلف شکم پایان (دوگونه از جلو آبششان) بررسی نموده و گزارش کرده‌اند که تفاوت درصد اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع علاوه بر زیستگاه اکولوژیک در اندامهای مختلف نرم تنان نیز متغیر است (Sanina & Kostetsky, 2002) رفتار دمایی فسفولیپیدها را در بی‌مهرگان دریایی بررسی نموده و دریافتند پس از یک دوره افزایش دما، کاهشی در ضریب اشباع زدایی و افزایش در نسبت اسیدهای اشباع به غیراشباع دیده شده است. تغییرات در ترکیب اسیدهای چرب

به طور خاص در اسیدهای غیراشباع مشاهده شد، به طوری که با افزایش دما نسبت ایکوزاپنتانوئیک و دوکوزا هگزانوئیک کاهش و در عوض مقدار آراشیدونیک اسید افزایش یافت و این موضوع با توجه به اینکه دمای بالا بر روی سیالیت فسفولیپیدهای غشایی تاثیر دارد قابل توجه است زیرا امکان دارد که تغییر در حالت فیزیکی، فسفولیپیدها را بعنوان سازندگان فسفولیپازهای سلولی در دسترس قرار داده (Wyke et al., 1992) و در نتیجه آزاد سازی اسیدهای چرب در پاسخ به تغییرات دمایی نتیجه شود (Samples & Pool, 1999). اسیدهای چرب به ویژه اسیدهای چرب غیراشباع به نوبه خود پیامبران ثانویه ای هستند که فرایندهای سنتز یا پیش سازی ترکیباتی مانند پروستاگلندینها را پیش می برند. در نتیجه در طی انطباق حرارتی تنظیم سیالیت غشا و تولید پیغامبران ثانویه بالقوه انجام می گیرد.

تغییرات فصلی ترکیب اسیدهای چرب و برخی فاکتورهای محیطی در گونه هایی از نرم تنان بررسی شده تا وجود ارتباط بین پارامترهای محیطی و تغییرات مقدار اسیدهای چرب بررسی گردد. به طور مثال (Pazos et al, 1996) در مورد گونه ای اویستر (*Crassostrea gigas*) تحقیقاتی انجام داده و گزارش نموده اند که اسیدهای چرب غیراشباع با دما ارتباط معکوس داشته اند و نیز  $n-6:20:4$  تنها اسید چرب از گروه  $n-6$  بوده است که با کلروفیل  $a$  و دما ارتباط معکوس نشان داده است و نقش این اسید نیز در سنتز ایکوزانوئیدها مانند پروستاگلندینها آشکار شده است چنانکه در این گونه اویستر پروستاگلندینها در تمام سال در غلظتهای پایین اندازه گیری شده اند. از طرف دیگر فسفاتیدیل اینوزیتول که از جانوران دریایی استخراج شده غنی از اسید  $n-6:20:4$  بوده (Bell & Sargent, 1985) و اهمیت فسفولیپید اینوزیتول در فرایندهای انتقال پیام در غشاها نشان دهنده نقش مهم و ضروری این اسید چرب است.

(Piretti et al, 1988) تغییرات اسیدهای چرب در برخی بافتهای نرم تن دو کفه ای (*Scapharca inaequalvis*) را بررسی نموده و درصد اسیدهای چرب در بافتهای پا، جبه و آبششها و را مقایسه کرده و دریافتند در تمام این بافتها مقدار اسیدهای چرب غیراشباع در ماههای سرد سال افزایش و در ماههای گرم کاهش داشته است که با نیاز به ثابت ماندن نفوذ پذیری غشای سلول همراه با افت دما قابل توجه است.

#### ۱-۶-۲ نسبت اسیدهای چرب امگا ۶ به امگا ۳ در آبزیان و تأثیرات آن

غذاهای طبیعی و بویژه غذاهای طبیعی دریایی دارای مقادیر متعادلی از نسبت اسیدهای

چرب امگا ۶ به امگا ۳ هستند و هر چه این نسبت به ۱ نزدیکتر ( ۱-۲/۱ ) باشد ژن‌ها و متابولیسم بدن برای جذب و استفاده از آن آماده‌تر است. اما غذاهای سنتزی، آبزیان یا جانوران پرورشی و محصولات کشاورزی مدرن این نسبت را بر هم می‌زنند و عوارض و مشکلاتی برای سلامتی بشر به وجود می‌آورند.

سلولهای جانوری قادر به تبدیل امگا ۶ به امگا ۳ نیستند زیرا فاقد آنزیم لازم یعنی امگا ۳ دی ستوراز هستند. لینولئیک اسید و آلفالینولئیک اسید و مشتقات آنها از اجزای اصلی غشاهای سلولی گیاهی و جانوری بوده و قابل تبدیل به یکدیگر نیز نیستند. هنگامی که از آبزیان تغذیه می‌شود، ایکوزاپنتائوئیک اسید و دوکوزاهگزانوئیک اسید جایگزین اسیدهای امگا ۶ مانند آراشیدونیک می‌شوند که در غشاهای سلولی خون و کبد جای می‌گیرند. بنابراین ترکیب اسیدهای چرب چند عاملی غیر اشباع در غشاهای سلولی جانوری به مقدار بسیار زیادی وابسته به جذب غذای محیط خارجی بدن است.

آراشیدونیک اسید ( AA )  $6\omega$ - و ایکوزاپنتائوئیک اسید ( EPA )  $3\omega$ ، ترکیبات اصلی تولید ایکوزانوئیدها هستند اما ایکوزانوئیدهای ناشی از امگا ۶ ها عملکردهای کاملاً متفاوتی نسبت به ایکوزانوئیدهای ناشی از امگا ۳ ها دارند. ایکوزانوئیدهای ساخته شده از آراشیدونیک اسید به طور بیولوژیکی فعالیت کمی دارند و در نتیجه مقادیر بیشتر آنها منجر به ناراحتی‌هایی مانند آلرژی، لخته شدن خون و افزایش ویسکوزیته ی خون در افراد حساس خواهد شد. بسیاری از بیماریها مانند امراض قلبی، دیابت، سرطان، ضعف سیستم ایمنی، آرتروز، آسم و افسردگی با افزایش ترومبوکسان  $A_2$  تشدید می‌شوند که ترومبوکسان و عامل نکروز تومور ( TNF ) با افزایش جذب امگا ۶ افزایش و با افزایش جذب امگا ۳ کاهش می‌یابد و ثابت شده است که خوردن آبزیان اثرات کاهش ترومبوکسان  $A_2$ ، کاهش ویسکوزیته ی خون و افزایش سیالیت غشای اریتروسیتها را دارد. حتی رژیم غذایی دارای نسبت امگا ۶ به امگا ۳ متعادل، مقدار تأثیر داروهای تجویز شده برای بدن را نیز افزایش می‌دهد ( Simopoulos, 2002 ). بنابراین بررسی محتوای غذایی آبزیان و به ویژه نرم تنان که موضوع بحث این تحقیق است اهمیت یافته و محتوای غذایی یک گونه را با شاخصهایی مانند محتوای گوشتی و ترکیبات لیپیدی آن می‌سنجند. یکی از شاخصهای بررسی محتوای غذایی بررسی نسبت امگا ۶ به امگا ۳ است و چنانچه میزان اسیدهای چرب امگا ۳ بالا باشد گونه جانوری از کیفیت مطلوب لیپیدی برخوردار است. از طرف دیگر

تغییرات فصلی و سالانه ی فاکتورهای محیطی به ویژه دما و شوری بر روی ترکیبات اسیدهای چرب اثر داشته و به نوبه خود بر روی کیفیت گوشتی نرم تنان به ویژه دوکفه ایها تأثیر می گذارد (Khan&Parrish, 2006)

### ۱-۳ تأثیر فاکتورهای محیطی بر تغییرات مقدار اسیدهای چرب

تعیین عواملی که بر هم کنش های یک زنجیره غذایی را کنترل می کنند کلید درک اکولوژی شیمیایی است. ارتباط بین بار مواد مغذی (به ویژه فسفر کل) و ذخیره فیتوپلانکتونی (کلروفیل a) نشان دهنده کیفیت آبهای ساحلی است. راندمان انتقال انرژی و بیومس در طول یک زنجیره و رسیدن به سطوح بالاتر غذایی (مانند ماهیها) با میزان مواد مغذی و توان تولید سیستم بررسی می شود. در سستونها (ذرات ریز موجود در سطح آب) در طول تابستان اسیدهای غیر اشباع امگا ۳ که برای زئوپلانکتونها مفیدند، بیشتر بوده و بستگی به شرایط غذایی منطقه دارد. در اثر افزایش فسفر، امگا ۳ هایی مانند اکتادکاترانوئیک اسید، EPA و DHA کاهش می یابند (اما بر آلفالینوئیک اسید تأثیری نمی گذارند). پس انتقال اسیدهای چرب از زنجیره اول به سمت تولید کنندگان ثانویه کم می شود.

بنابراین در فصل بلوم محدودیت غذایی برای زئوپلانکتونها ایجاد می شود و رشد آنها بسیار وابسته به نوتریتهاست و ذخایر اسیدهای چرب غیر اشباع بزرگ امگا ۳ گونه های فیتوپلانکتونی در شرایط فسفر کم، بیشتر است. بنابراین در شرایط غنی از نوتریتها گونه های فیتوپلانکتونی معمولاً دارای ذخیره امگا ۳ HUFA کمتری بوده و برای چراکننده هایی مانند نرم تنان فایده کمتری دارند (Müller et al., 2004). همچنین دیده شده است که در شرایط فقر مواد غذایی، غلظت مواد شیمیایی دفاعی میکروآلگا افزایش می یابد که این مواد از آلدئیدهای غیر اشباع ساخته می شوند. اسیدهای چرب غیر اشباع پیش ساز آلدئیدهای غیر اشباع هستند و در نتیجه غلظت آنها نیز در شرایط فقر مواد غذایی و نوتریتها افزایش خواهد یافت (Boersma, 2000).

از طرف دیگر رابطه نوتریتها و تولید اولیه به شکلی است که در صورت محدودیت فسفر، نور یا دما سرعت ساخته شدن پیگمنت های کلروفیل (شاخص بیومس) در فیتوپلانکتونها کاهش می یابد، اما محدودیت Si در برخی از فیتوپلانکتونها مانند دیاتومه ها با اسکلت سیلیسی اثر منفی و در برخی از آنها بدون اثر است (Zheng, 2006). فیتوپلانکتونها به طور عمده از دیاتومه ها،

داینو فلاژله ها، کریپتوفیتها، فلاژله های سبز و کوکولیتوفر ها تشکیل می شوند و به طور کلی می توان گفت که توزیع فیتوپلانکتونها بسیار وابسته به مقدار نوترینتها، گرادیان شوری و زمان ماندگاری آب است ( Vilicic, 2007 ). فتوستز انجام شده توسط جلبکها و فیتوپلانکتونها همراه با تولید اسیدهای چرب غیر اشباع چند عاملی ( PUFA ) است و این اسیدها به ویژه اعضای گروه آلفالینولیک ها از طریق زنجیره غذایی به آبزیان و لیپیدهای موجود در آنها رسیده و بنابراین بخش بزرگی از تأمین اسیدهای چرب ضروری بدن انسان را به عهده دارند.

شواهدی در دست است که نشان می دهد تفاوت در ترکیبات اسید چرب در گونه های مختلف آبزیان مربوط به تفاوت ها در تغذیه یا عوامل محیط زیستی مانند دما، شوری، عمق، فصل و منطقه صید است. مثلاً احتمال دارد تغییرات فصلی تا ۹۰٪ کاهش در محتوای EPA روغن ماهی ایجاد کند. اما کاهش ۷۵٪ در طول یک فصل به طور معمول دیده می شود و تغییرات مشابهی نیز در DHA دیده شده است. البته دامنه اسیدهای چرب اصلی ثابت می ماند ولی غلظت هر اسید تغییرات بین گونه ای یا بیرون گونه ای دارد ( Tanakol, 1991 ; Moffat, 1993 ). در ادامه بحث اثر عوامل زیست محیطی می توان به اثر دما و فشار در تغییرات اسیدهای چرب آبزیان اشاره کرد :

فسفولیپیدها عناصر اصلی غشاهای بیولوژیکی هستند و خواص فیزیکی آنها سازنده ساختار غشاء و عملکرد آن است. بنابراین بسیاری از فعالیتهای سلول بستگی به عملکرد غشاء و در نتیجه به ترکیب شیمیایی لیپیدهای غشایی و شرایط زیست محیطی مانند دما و فشار دارد که دینامیک و رفتار فازی لیپیدهای غشایی را تحت تأثیر قرار می دهد. تحت شرایط استرسهای محیطی ارگانیسم ها قادرند ترکیبات شیمیایی را از طریق لیپیدهای غشایی خارج سازند تا خواص فیزیکی غشاء حفظ شود. بنابراین تغییرات دمایی فشارهایی به غشای سلولی وارد کرده و در پاسخ ترکیبات لیپیدی برای تطابق پذیری غشای سلول تغییر می کند. در این میان جانوران ساکن بستر مانند دوکفه ایها در پاسخ به تغییرات محیطی مانند پائین آمدن دمای محیط مهمترین پاسخی که خواهند داد تغییرات ترکیبات لیپیدی غشای سلول است. به طور مثال در شرایط استرسهای محیطی مانند کم شدن دما اشباع زدایی اسیدهای چرب یکی از عوامل نگهداری سیالیت غشاهاست. به همین دلیل در فصول گرم میزان اسیدهای چرب اشباع بیشتر از غیر اشباع هاست زیرا در تمام موجودات خطر

استفاده از اسیدهای چرب اشباع در دماهای پائین بیشتر است و این اسیدها دارای نقطه ذوب بالاتری از اسیدهای چرب غیر اشباعند و این اسیدها با کربن زوج بیشتر در فصول سرد غلبه دارند. همچنین ارتباط قوی بین سیالیت غشای سلول و EPA در غشای آبششی دوکفه ایها اثبات شده است. EPA پیش ساز پروستاگلندینها است و به عنوان پاسخ به استرس کم شدن دما آزاد می شود. بافتهای آبششی دوکفه ایها در پاسخ به شرایط هایپر اسموزی نیز پروستاگلندینها را می سازند. آبریان در دماهای پائین آراشیدونیک اسید را نیز برای تولید پروستاگلندینها بیشتر از دماهای بالا مصرف می کنند (Hall et al., 2002 ; Los&Murata, 1999).

سایر تحقیقات نیز نشان می دهند واکنش های طولانی شدن زنجیر و تولید اسیدهای چرب غیر اشباع از اشباع ها در دماهای پائین سریعتر است. به طور مثال تولید اسید ۲۲:۶n-۳ از ۲۰:۵n در ۵C° بیشتر از ۱۲C° و یا طولانی شدن زنجیر ۲۲:۵n-۳ به ۲۴:۵n-۳ در سرما بیشتر بوده است (Ruyter et al., 2003). در مورد اثر شوری دیده شده است که اسیدهای چرب مانند پالمیتیک یا اولئیک اسید در سطوح بالای شوری بیشتر شده اند و در شرایط فشار زیاد یا استرس اسمزی ترکیب اسیدهای چرب تغییر کرده است (Rao et al., 2007; Guillot et al., 2000). در اثر فشار اسیدهای چرب از اشباع به سمت غیر اشباع شیفت می کنند به خصوص DHA و موجب حفظ سیالیت لازم لیپیدهای غشایی تحت فشار می شوند (Yano et al., 1998). اثر شوری در تشدید راندمان بالای فتوسنتز و در نتیجه افزایش تولید کلروفیل نیز مشاهده شده است (Demetriou et al., 2007).

موضوع مورد بحث دیگر وجود اسیدهای چرب مختلف و متنوع در گونه های آبریان است که می تواند نشان دهنده منبع تغذیه اصلی جانور باشد. به طور مثال هنگامی که دیاتومه ها توسط کپه پودا مصرف می شوند آنزیمهای لیپولیتیک از لیپیدهای غشایی، اسیدهای چرب ایکوزانوئیک (C20) و هگزادکانوئیک (C16) آزاد می سازند که بعداً اکسید شده و آلدئیدهای غیر اشباع C7، C8 یا C10 تولید می کنند (Ianora et al., 2006). در طول بیومس دیاتومه ای بیشترین اسیدهای چرب ۱۶:۴n-۱، ۲۰:۵n-۳ و DHA بوده که همراه با ۱۶:۱n-۷ و ۱۶:۰ دیده شده و مهمترین شاخص دیاتومه ای ۱۶:۴n-۱ و ۲۰:۵n-۳ هستند (Skerratt et al., 1995 ; Stevens et al., 2004). همچنین ۲۲:۵n-۳ شاخص داینوفلاژله هاست و معمولاً مقادیر ۳-۲۰:۵n و ۲۲:۵n-۳ مخالف یکدیگرند زیرا به ترتیب توسط دیاتومه ها و داینوفلاژله ها ساخته می

شوند و از طرفی ۳-۵۰:۲۰ به ۳-۶۱:۲۲ تبدیل می شود که مقدار این دو اسید نیز امکان دارد رابطه معکوسی نشان دهد و از آنجا که شرایط آب و هوایی بر جمعیت فیتوپلانکتونی یک منطقه اثر دارد امکان دارد هر یک از این تغییرات در طول یک سال با سال دیگر تفاوت داشته باشد (Orban et al., 2002).



## فصل دوم : مواد و روشها

### ۱-۲ محل نمونه برداری

خلیج چابهار در مختصات جغرافیایی  $27^{\circ}45'15''$  و  $60^{\circ}45'37''$  واقع در بخش شمال شرقی دریای عمان با مساحت حدود ۳۲۰ کیلومتر مربع در استان سیستان و بلوچستان قرار دارد. عمق متوسط آن ۶ متر و حداکثر عمق ۱۹ متر در دهانه ورودی آن اندازه گیری شده است. شهرستانهای کنارک و چابهار در منتهی الیه غربی و شرقی این خلیج واقع شده اند. به دلیل موقعیت خاص اکولوژیک خلیج چابهار و قرارگیری آن در مجاورت آبهای دریای عمان که با اقیانوس هند در تماس است تحت تأثیر جریانها و بادهای موسمی اقیانوس هند (مونسون) است که موجب جریانهای موسمی تابستانی از خرداد ماه تا شهریور ماه و جریانهای موسمی زمستانی از آذر ماه تا اسفند ماه می شود و فرارویهایی که در این منطقه نتیجه می شود شرایط زیستی خوبی را برای آبریان این منطقه فراهم آورده است.

خلیج چابهار با توجه به ویژگی های خاص اکولوژیک و زیست محیطی منحصر به فرد، از مناطق حساس و آسیب پذیر ساحلی و دریایی تشکیل شده و احداث اسکله های نفتی، تجاری، صیادی و صنایع متفاوت در حاشیه ساحلی خلیج این منطقه را آسیب پذیرتر می سازد. جهت انتخاب مناطق مناسب نمونه برداری، ابتدا پیمایش منطقه (خلیج چابهار) از مسیر آبی و خشکی و ثبت موقعیت مناطق با **GPS** انجام شد و در مرحله اول برخی از مناطق به دلیل عدم امکان دسترسی به ساحل و نبودن گونه های جانوری در بستر شنی در مناطق بین جزر و مدی که ناشی از اثرات عواملی مانند دخالت های انسانی شامل تخلیه فاضلابهای صنعتی، انسانی و کشاورزی... در این مناطق بوده و منجر به نابودی گونه های جانوری شده است، مناسب نمونه برداری شناخته نشدند (سنجانی و چگینی، ۱۳۸۷).

در مرحله دوم مطابق شکل ۱-۲ ایستگاههای بندر کنارک<sup>۱</sup> [جزیره خرچنگ]، ساحل تیس<sup>۲</sup> (شکل ۲-۲)، کلبه غواصی<sup>۳</sup> (شکل ۳-۲) و خور تیس<sup>۴</sup> (شکل ۴-۲) انتخاب شد که مشخصات جغرافیایی ایستگاههای شناسایی شده به ترتیب عبارتند از:

نام محل ( ایستگاه )	طول و عرض جغرافیایی
۱- بندر کنارک	N ۲۵ ۲۴ ۵۳/۵ E ۶۰ ۲۵ ۵۹/۹
۲- ساحل تیس	N ۲۵ ۲۱ ۳۰/۴ E ۶۰ ۳۶ ۲۱/۲
۳- کلبه غواصی	N ۲۵ ۱۹ ۰۷/۹ E ۶۰ ۳۷ ۱۷/۹
۴- خور تیس	N ۲۵ ۲۲ ۰۴/۱ E ۶۰ ۳۶ ۳۳/۱



شکل ۱-۲ مشخصات جغرافیایی ایستگاههای شناسایی شده قبل از انتخاب نهایی



شکل ۲-۲ ایستگاه ساحل تیس



شکل ۲-۳ ایستگاه کلبه غواصی - چابهار



شکل ۲-۴ ایستگاه خور تیس

سپس در این ایستگاهها پراکنش گونه‌هایی از نرم تنان بررسی و نتیجه حاصل انتخاب دو ایستگاه ساحل تیس و کلبه غواصی بود که فاصله این دو ایستگاه تا یکدیگر حدود ۱۰ کیلومتر بوده (شکل ۲-۵) و جمع‌آوری گونه‌ها در فاصله این دو ایستگاه انجام شد.



شکل ۵-۲ فاصله بین دو ایستگاه تیس و کلبه غواصی، انتخاب شده جهت جمع آوری نمونه ها

طبق بررسی های انجام شده در مورد گونه های نرم تنان منطقه ۴ گونه که پراکنش بیشتری داشتند انتخاب شدند. این گونه ها عبارتند از:

**Nerita textilis** و **Turbo coronatus** از رده شکم پایان ( شکل های ۶-۲ و ۷-۲ )

**Chiton lamyi** از رده پلی پلاکوفورا ( شکل ۸-۲ )

**Saccostrea cucullata** از رده دو کفه ایها ( شکل ۹-۲ )





شکل ۶-۲ گونه **Nerita textilis** از رده شکم پایان





شکل ۸-۲ گونه **Chiton lamyi** از رده پلی پلاکوفورا





شکل ۲-۹ گونه *Saccostrea cucullata* از رده دوکفه ایها

## ۲-۲ جمع آوری نمونه

جمع آوری نمونه ها به طور فصلی در ساعتهای جزر و در ماههای فروردین (۸۶/۱/۲۴) مرداد (۸۶/۵/۱۰) آبان (۸۶/۸/۲۰) و بهمن (۸۶/۱۱/۲۰) بوده است. در هر نوبت جمع آوری نمونه از گونه نریتا ۱۵۰ عدد، توربو ۶۰ عدد، کیتون ۳۰ عدد و از ساکوسترا ۲۰ عدد جمع آوری شده است. همزمان پارامترهای اکولوژیک منطقه شامل pH، شوری، اکسیژن محلول، دانسیته، دما و کلروفیل **a** توسط دستگاه **CTD** و مواد مغذی منطقه نمونه برداری شامل: نیترات، سیلیکات و فسفات با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر **HITACHI-U-2000** و به ترتیب در طول موجهای ۵۴۰، ۸۱۰ و ۸۲۲ در مرکز تحقیقات شیلات چابهار اندازه گیری شده اند (۳ تکرار). برای اندازه گیری نیترات از روش **Grassoff** (ستون احیاء کادمیوم) و معرف سولفانیل آمید و اتیلن دی آمین و برای اندازه گیری فسفات و سیلیکات از روش اصلاح شده **Korolef** (تشکیل کمپلکس) و محلول اسید اسکوربیک استفاده شده است (ROPME, 1989).

لازم به ذکر است از نتایج ماهانه اندازه گیری شده به طور فصلی نیز میانگین گرفته شد و از این مقادیر میانگین برای هماهنگی با اسیدهای چرب اندازه گیری شده در برنامه های آماری استفاده شد و به دلیل اینکه هدف بررسی تاثیر پارامترهای محیطی به طور فصلی بر روی اسیدهای چرب بوده است معیار سه ماه قبل از نمونه برداری تا زمان نمونه برداری انتخاب شد تا فرآیند فصلی بودن و نیز روند تاثیرات فاکتورهای محیطی در تشکیل اسیدهای چرب در طول یک دوره سه ماهه رعایت گردد.

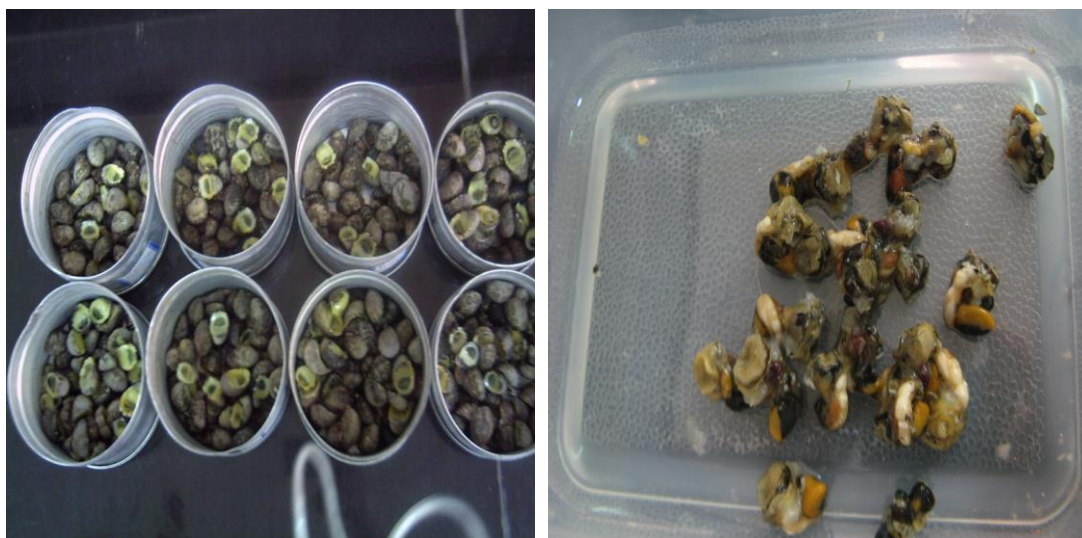
## ۲-۳ آماده سازی نمونه ها

نمونه های جمع آوری شده به آزمایشگاه مرکز ملی اقیانوس شناسی چابهار (شکل ۲-۱۰) منتقل و سپس جداسازی گوشت از صدف (شکل ۲-۱۱)، اندازه گیری وزن تر هر گروه از نمونه ها، کدگذاری و دسته بندی نمونه (شکل ۲-۱۲) جهت آماده سازی برای فریز شدن انجام شد.





شکل ۲-۱۱ جدا کردن گوشت از صدف توربوکوروناتوس و دوکفه ای اویستر جهت آماده سازی ها



شکل ۲-۱۲ کدگذاری و دسته بندی نمونه ها

نمونه‌های فریز شده به آزمایشگاه مرکز ملی اقیانوس شناسی در تهران منتقل و جهت آنالیز با دستگاه گاز کروماتوگرافی جرمی (GC/MS) آماده سازی نمونه‌ها به شرح زیر انجام شد (Johns, 1979):

ابتدا ۵ گرم از وزن ترهر نمونه فریز شده با نسبت ۲:۱ حجمی کلروفرم متانول به نسبت ۲۰:۱ مخلوط و به منظور جلوگیری از اکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع **BHT ۵۰ ppm** (**Butylated Hyolroxly Tolouene**) اضافه شد و با دستگاه هموژنایزر (**wagtech T1813**) هموژن شده است. سپس با استفاده از فیلتر پشم شیشه محلول را صاف کرده و به محلول صاف شده **۵۰ ml** آب و **۰/۵٪** (**۰/۲۵ گرم**) نمک طعام اضافه شد. فاز زیرین (کلروفرمی) با استفاده از دکانتور جدا شده و سپس محلول تا حجم ۲ تا ۳ میلی‌لیتر با استفاده از دستگاه تبخیر کننده گردان\* تبخیر شد. به محلول باقیمانده **۲۰ ml KOH** همراه با **۱۰۰ ml** متانول اضافه و رفلکس حدود ۲-۳ ساعت انجام شد. به محلول **۵۰ ml** آب اضافه شده و ۲ بار استخراج با نرمال هپتان / دی‌اتیل اتر انجام شده است. سپس اسیدی کردن فاز آبی تا **pH = ۲** انجام و سه بار استخراج با حلال‌های ذکر شده انجام و جمع کردن فازهای آلی و تبخیر حلال تا حجم **۲-۳ ml**

انجام شد. این محلول تبدیل به متیل استر شده و به این منظور  $1\text{ ml BF}_3$  در متانول اضافه شده و به مدت ۵ دقیقه حرارت دهی در آب  $100^\circ\text{C}$  انجام شد و بعد از سرد شدن،  $1\text{ ml}$  آب و  $2\text{ ml}$  پنتان اضافه شده و محلول به مدت ۱ دقیقه ورتکس و ۳ دقیقه سانتیفوژ شد. سپس  $100-50$  میکرولیتر هگزان اضافه شده و محلول‌ها برای تزریق به دستگاه GC/MS آماده شد.

لازم به ذکر است در هر فصل جهت کاهش خطاهای اندازه‌گیری و روش از هرگونه جمع‌آوری شده ۳ نمونه آماده سازی شد. به این معنی که همه عملیات آماده سازی ذکر شده سه مرتبه برای هرگونه تکرار شده است.

در نتیجه برای هر فصل ۵ نمونه ( اندامهای داخلی کیتون، پای کیتون، اویستر، نریتا و توربو) و از هر نمونه ۳ مرتبه آماده سازی برای GC/MS و بنابراین در مجموع ۱۵ نمونه جهت آنالیز دستگاهی تهیه شده است.

## ۲-۴ شرایط دستگاهی

برای آنالیز نمونه‌ها از دستگاه گاز کروماتوگرافی (Agilent Technologies, 6890) با شناساگر جرمی (6973N) و ستون کاپیلاری HP-5 (طول  $30\text{ m}$ ، قطر داخلی  $320\text{ }\mu\text{m}$  و ضخامت فیلم  $1\text{ }\mu\text{m}$ ) استفاده شد. از هر نمونه آماده شده به صورت متیل استر حدود  $0.5\text{ }\mu\text{L}$  به دستگاه تزریق گردید. دمای تزریق  $200^\circ\text{C}$ ، دمای دتکتور  $280^\circ\text{C}$  و دمای کوره از  $75^\circ\text{C}$  تا  $270^\circ\text{C}$  افزایش و در دمای نهایی به مدت ۲۰ دقیقه نگهداری شده است.

لازم به ذکر است گونه‌های *Nerita textilis* و *Turbo coronatus* به طور جداگانه و برای مقایسه با داده‌های GC/MS، آنالیز شده و از آنها طیف GC گرفته شده است. این کار توسط مرکز توسعه دانه‌های روغنی تهران انجام شده و مشخصات دستگاه GC به کار رفته به شرح زیر می‌باشد: Agilent 6890، دتکتور FID، ستون BPx70 ( $120\text{m.m}\text{ }\mu\text{250}, 0.2\text{m}\text{ }\mu$ )، گاز حامل  $\text{N}_2$ ، دمای تزریق کننده  $250^\circ\text{C}$  و دمای دتکتور  $250^\circ\text{C}$ ، برنامه دمایی  $198^\circ\text{C}$  به مدت ۴۶ دقیقه و افزایش  $5^\circ\text{C}$  در دقیقه تا حداکثر  $220^\circ\text{C}$  و نگهداری دما در این میزان به مدت ۷۰ دقیقه بوده است (ISO 5508-9,1997).

## ۲-۵ روشهای آماری

در بحث روشهای آماری در هرگونه ارتباط بین فاکتورهای محیطی اندازه‌گیری شده و تغییرات مقدار درصد اسیدهای چرب بررسی شد.

فرضیه تحقیق  $H_1$ : بین میزان فاکتورهای محیطی اندازه گیری شده و تغییرات اسیدهای چرب گونه مورد نظر در فصول مختلف همبستگی معنی دار وجود دارد.

فرضیه تحقیق  $H_2$ : بین میزان فاکتورهای محیطی اندازه گیری شده و تغییرات اسیدهای چرب گونه مورد نظر در فصول مختلف همبستگی معنادار وجود ندارد.

از آنجا که متغیر میزان فاکتورهای محیطی و متغیر تغییرات اسیدهای چرب هر دو در سطح سنجش فاصله ای قرار گرفته و بنابر تست کلموگروف اسمیرنف\* دارای توزیع نرمال بوده اند از تستهای پارامتریک استفاده شده و بنابراین برای تعیین معنی داری همبستگی آنها می توانیم از آزمون همبستگی فاصله ای – فاصله ای پیرسون\*\* استفاده کنیم. نتیجه به دست آمده از آزمون پیرسون نشان می دهد که فرضیه تحقیق ( $H_1$ ) و فرضیه ( $H_2$ ) کدام یک تایید و کدام یک رد می شود.

به عبارت دیگر نشان داده می شود که بین تغییرات اسیدهای چرب با فاکتورهای محیطی همبستگی معنادار وجود دارد یا خیر.

پس از بررسی نتایج برای هر متغیر محیطی و اسیدهای چرب در صورت وجود همبستگی معنادار بین دو متغیر فوق الذکر می توان میزان تاثیر متغیر مستقل (پارامترهای محیطی) را در تبیین متغیر وابسته (اسید چرب) از طریق آزمون رگرسیون بررسی نموده و با بدست آمدن نتایج آزمون رگرسیون با توجه به مقدار رگرسیون، ضریب استاندارد نشده را در فاکتور وابسته در هر زمان آتی نیز پیش بینی نمود، به این صورت که مقدار متغیر معنی دار در فرمول زیر قرار داده می شود.

$$Y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 \dots$$

در این فرمول  $Y$  مقدار متغیر وابسته،  $a$  عرض از مبدأ (مقدار ثابت)،  $b_1$  ضریب تاثیر میزان متغیر مستقل بر متغیر وابسته و  $b_1$  ضریب تاثیر میزان متغیر مستقل بر متغیر وابسته و  $x_1$  مقدار متغیر مستقل در هر زمان اندازه گیری شده است.

البته لازم به ذکر است در مواردی که در نتیجه آزمون پیرسون بین دو یا چند متغیر مستقل (پارامترهای محیطی) و یک متغیر وابسته (اسید چرب) همبستگی معنادار مشاهده شده است از آزمون رگرسیون چند متغیری نیز استفاده شده است، به این ترتیب که در برنامه آنالیز رگرسیون متغیرهای مستقل در جایگاه **independent** و متغیر وابسته اسید چرب در جایگاه

\*\* Pearson

**dependent** به روش **Stepwise** وارد شده اند .

علاوه بر روشهای ذکر شده ، به منظور بررسی وجود تفاوت معنی دار بین میزان اسیدهای چرب اشباع شده و غیر اشباع و هریک از اسیدهای چرب در فصول مختلف برای هر نمونه جانوری ، آزمون آنالیز واریانس یک طرفه (**One way ANOVA**) انجام گرفته است (لازم به ذکر است علی رغم نرمال بودن داده ها با توجه به کم بودن حجم نمونه ها ، آزمونهای مربوط به داده های غیر پارامتریک نیز جهت اطمینان از نتایج بدست آمده انجام شد).

فرضیه تحقیق (**H1**) : به نظر می رسد که در میزان کل اسیدهای چرب اشباع شده ( یا غیر اشباع ) و نیز هر یک از اسیدهای چرب در گونه مورد نظر در فصول مختلف تفاوت معنی داری وجود دارد .

فرضیه (**H0**) : به نظر می رسد که در میزان کل اسیدهای چرب اشباع شده ( یا غیر اشباع ) نیز هر یک از اسیدهای چرب در گونه مورد نظر در فصول مختلف تفاوت معنی داری وجود ندارد .

در صورت تائید فرضیه **H1** آزمون های تعقیبی (**Tukey**) انجام گرفت تا مشخص گردد که تفاوت معنی دار در بین چه فصلهایی بوده است .

همچنین به منظور یافتن ارتباط معنی دار بین میزان کل اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع در هر فصل آزمون کای اسکوئر (**Chi-square**) انجام شد .

فرضیه تحقیق (**H1**) : به نظر می رسد که بین میزان اسیدهای چرب اشباع شده و غیر اشباع در هر گونه جانوری در فصول مختلف رابطه معنی داری وجود دارد .

فرضیه تحقیق (**H0**) : به نظر می رسد که بین میزان اسیدهای چرب اشباع شده و غیر اشباع در هر گونه جانوری در فصول مختلف رابطه معنی داری وجود ندارد .

فصل سوم : نتایج

### ۱-۳ پارامترهای محیطی

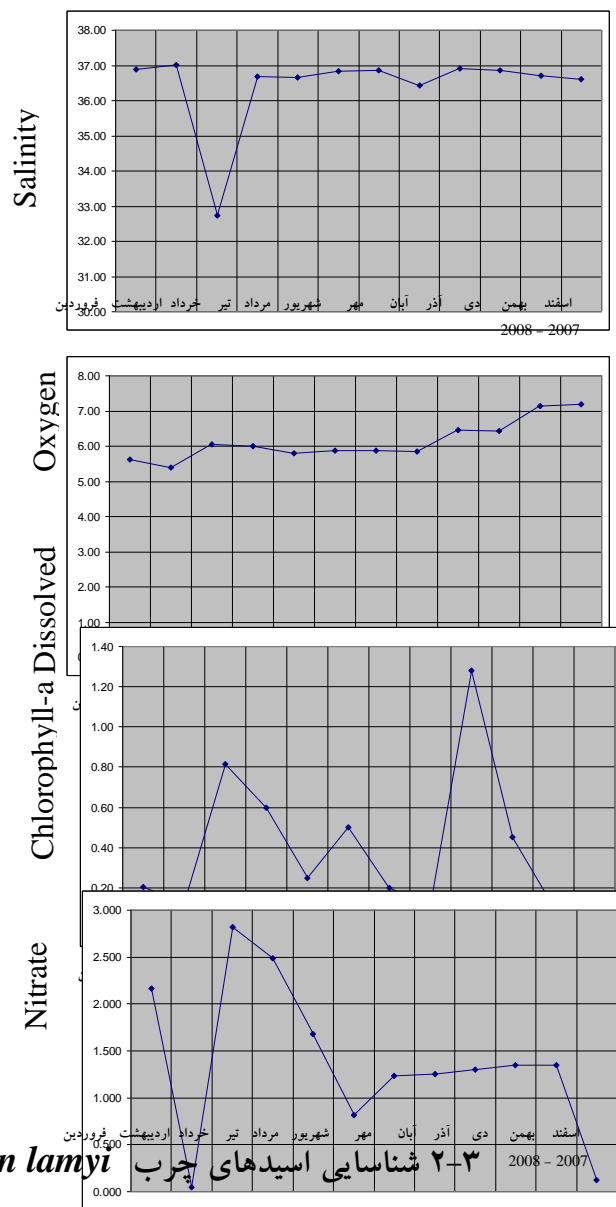
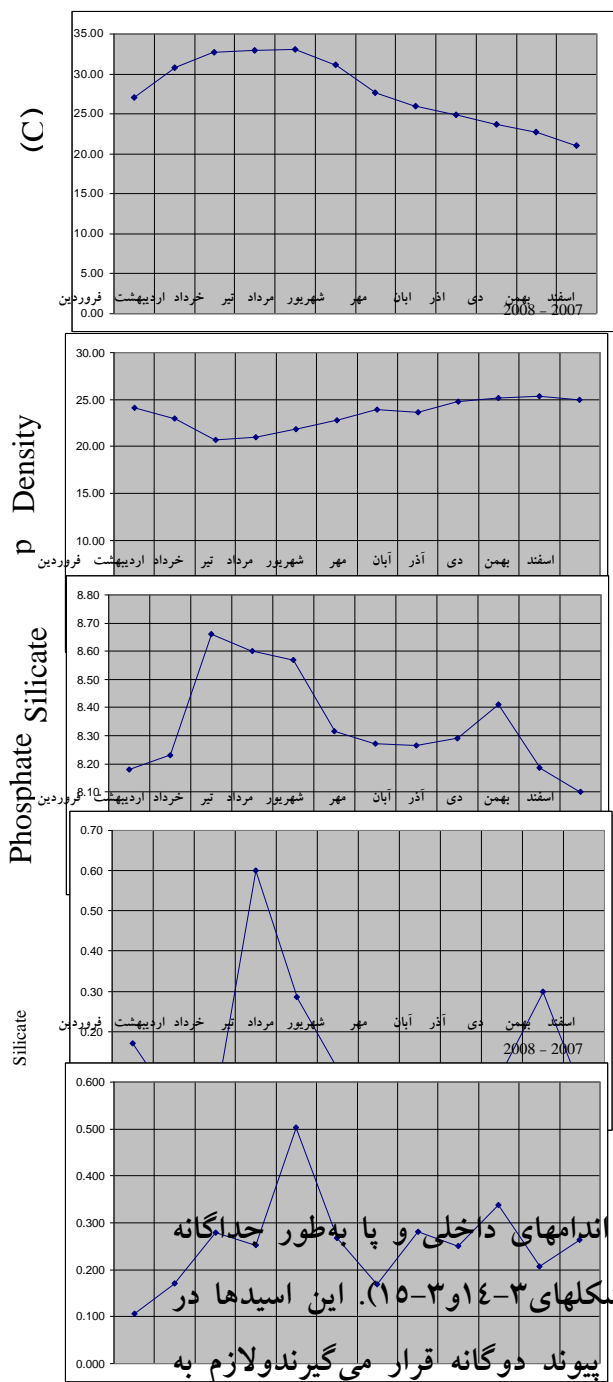
پارامترهای محیطی به صورت ماهانه اندازه گیری شده که نتایج آن در جدول ۱-۳ ارائه شده است و بر این مبنا میانگین درجه حرارت سالانه  $27/81^{\circ}\text{C}$  با حداقل میانگین فصلی  $22/46^{\circ}\text{C}$  در زمستان و  $32/42^{\circ}\text{C}$  در تابستان می باشد. میانگین سالانه کلروفیل  $0/39\text{ppb a}$ ، حداقل آن در زمستان ( $0/21\text{ppb}$ ) و حداکثر پائیز ( $0/53\text{ppb}$ ) مشاهده شد. میانگین سالانه فسفات  $0/15\text{ppm}$  و دارای مقدار حداقل  $0/06\text{ppm}$  در بهار و  $0/33\text{ppm}$  در تابستان است و این اعداد برای نیترات به ترتیب  $2/22\text{ppm}$ ،  $0/94\text{ppm}$  در زمستان و  $1/26\text{ppm}$  در پائیز بوده است. سیلیکات دارای مقدار میانگین سالانه  $0/25\text{ppm}$  و مقدار حداقل  $0/18\text{ppm}$  و حداکثر  $0/34\text{ppm}$  در تابستان است. میانگین سالانه شوری  $36/42\text{ PSU}$  و کمترین مقدار آن در بهار ( $35/54\text{ PSU}$ ) و بیشترین مقدار شوری در پائیز ( $36/73\text{ PSU}$ ) مشاهده می شود. مقدار میانگین سالانه  $8/33\text{ pH}$  و دارای حداقل  $8/23$  در زمستان و حداکثر  $8/49$  در تابستان است. میانگین سالانه اندازه گیری شده برای چگالی  $23/44\text{ kg/dm}^3$  و حداقل آن  $21/88\text{ kg/dm}^3$  در تابستان و حداکثر  $25/15\text{ kg/dm}^3$  در زمستان بوده است. میزان اکسیژن محلول دارای مقدار میانگین سالانه  $6/13\text{ ppm}$  و حداقل  $5/68\text{ ppm}$  در بهار و حداکثر  $6/92\text{ ppm}$  در زمستان بوده است.

اکسیژن محلول (ppm)	چگالی (kg/dm3)	pH	شوری PSU	سیلیکات (ppm)	نیترات (ppm)	فسفات (ppm)	کلروفیل a (ppb)	دما (c°)	
5 ۰.۶۲ ۰.۲۸	۲۴ ۰.۱۴ ۰.۲۱	۸ ۰.۱۸ ۰.۴۱	۳۶ ۰.۸۹ ۰.۸۴	۰ ۰.۱۱ ۰.۰۱	۲ ۰.۱۷ ۰.۰۱	۰ ۰.۱۷ ۰.۰۱	۰ ۰.۲۱ ۰.۰۱	۲۷ ۰.۰۴ ۰.۳۵	فروردین
۵ ۰.۳۸ ۰.۲۷	۲۲ ۰.۹۷ ۰.۱۵	۸ ۰.۲۳ ۰.۴۱	۳۷ ۰.۰۱ ۰.۸۵	۰ ۰.۱۷ ۰.۰۱	۰ ۰.۰۵ ۰.۰۱	۰ ۰.۰۲ ۰.۰۱	۰ ۰.۱۳ ۰.۰۱	۳۰ ۰.۷۹ ۰.۵۴	اردیبهشت
۶ ۰.۰۵ ۰.۳۰	۲۰ ۰.۷۲ ۰.۰۴	۸ ۰.۶۶ ۰.۴۳	۳۲ ۰.۷۴ ۰.۶۴	۰ ۰.۲۸ ۰.۰۱	۲ ۰.۸۲ ۰.۰۱	۰ ۰.۰۱ ۰.۰۱	۰ ۰.۸۲ ۰.۰۴	۳۲ ۰.۷۴ ۰.۶۴	خرداد
۶ ۰.۳۰	۲۱ ۰.۰۵	۸ ۰.۶ ۰.۴۳	۳۶ ۰.۶۸ ۰.۸۳	۰ ۰.۲۵ ۰.۰۱	۲ ۰.۴۸ ۰.۰۱	۰ ۰.۶ ۰.۰۱	۰ ۰.۶ ۰.۰۳	۳۳ ۰.۶۵	تیر
۵ ۰.۸ ۰.۲۹	۲۱ ۰.۸۸ ۰.۰۹	۸ ۰.۵۷ ۰.۴۳	۳۶ ۰.۶۵ ۰.۸۳	۰ ۰.۵ ۰.۰۱	۱ ۰.۶۸ ۰.۰۱	۰ ۰.۲۹ ۰.۰۱	۰ ۰.۲۵ ۰.۰۱	۳۳ ۰.۰۷ ۰.۶۵	مرداد
۵ ۰.۸۹ ۰.۲۹	۲۲ ۰.۷۶ ۰.۱۴	۸ ۰.۳۲ ۰.۴۲	۳۶ ۰.۸۴ ۰.۸۴	۰ ۰.۲۷ ۰.۰۱	۰ ۰.۸۲ ۰.۰۱	۰ ۰.۱ ۰.۰۱	۰ ۰.۵ ۰.۰۳	۳۱ ۰.۲ ۰.۵۶	شهریور
۵ ۰.۸۸ ۰.۲۹	۲۳ ۰.۹۳ ۰.۲۰	۸ ۰.۲۷ ۰.۴۱	۳۶ ۰.۸۷ ۰.۸۴	۰ ۰.۱۷ ۰.۰۱	۱ ۰.۲۳ ۰.۰۱	۰ ۰.۱ ۰.۰۱	۰ ۰.۲ ۰.۰۱	۲۷ ۰.۶۲ ۰.۳۸	مهر
۵ ۰.۸۵ ۰.۲۹	۲۳ ۰.۶۵ ۰.۱۸	۸ ۰.۲۷ ۰.۴۱	۳۶ ۰.۴۳ ۰.۸۲	۰ ۰.۲۸ ۰.۰۱	۱ ۰.۲۵ ۰.۰۱	۰ ۰.۱۱ ۰.۰۱	۰ ۰.۱۱ ۰.۰۱	۲۶ ۰.۳۰	آبان
۶ ۰.۴۷ ۰.۳۲	۲۴ ۰.۸۱ ۰.۲۴	۸ ۰.۲۹ ۰.۴۱	۳۶ ۰.۹۱ ۰.۸۵	۰ ۰.۲۵ ۰.۰۱	۱ ۰.۳ ۰.۰۱	۰ ۰.۰۹ ۰.۰۱	۱ ۰.۲۸ ۰.۰۶	۲۴ ۰.۹۴ ۰.۲۵	آذر
۶ ۰.۴۳ ۰.۳۲	۲۵ ۰.۱۵ ۰.۲۶	۸ ۰.۴۱ ۰.۴۲	۳۶ ۰.۸۶ ۰.۸۴	۰ ۰.۳۴ ۰.۰۱	۱ ۰.۳۵ ۰.۰۱	۰ ۰.۱ ۰.۰۱	۰ ۰.۴۵ ۰.۰۲	۲۳ ۰.۶۷ ۰.۱۸	دی
۷ ۰.۱۴ ۰.۳۶	۲۵ ۰.۳۱ ۰.۲۷	۸ ۰.۱۹ ۰.۴۱	۳۶ ۰.۷۲ ۰.۸۴	۰ ۰.۲۱ ۰.۰۱	۱ ۰.۳۵ ۰.۰۱	۰ ۰.۳ ۰.۰۱	۰ ۰.۱ ۰.۰۱	۲۲ ۰.۷۳ ۰.۱۴	بهمن
۷ ۰.۲ ۰.۳۶	۲۵ ۰.۲۵	۸ ۰.۱ ۰.۴۱	۳۶ ۰.۶ ۰.۸۳	۰ ۰.۲۶ ۰.۰۱	۰ ۰.۱۲ ۰.۰۱	۰ ۰.۰۴ ۰.۰۱	۰ ۰.۱ ۰.۰۱	۲۱ ۰.۰۵	اسفند
۵ ۰.۶۸ ۰.۲۸	۲۲ ۰.۶۱ ۰.۱۳	۸ ۰.۳۵ ۰.۴۲	۳۵ ۰.۵۴ ۰.۷۸	۰ ۰.۱۸ ۰.۰۱	۵ ۰.۰۴ ۰.۰۱	۰ ۰.۰۶ ۰.۰۱	۰ ۰.۳۸ ۰.۰۲	۳۰ ۰.۱۹ ۰.۵۱	بهار
۵ ۰.۸۹ ۰.۲۹	۲۱ ۰.۸۸ ۰.۰۹	۸ ۰.۴۹ ۰.۴۲	۳۶ ۰.۷۲ ۰.۸۴	۰ ۰.۳۴ ۰.۰۱	۱ ۰.۶۶ ۰.۰۱	۰ ۰.۳۳ ۰.۰۱	۰ ۰.۴۵ ۰.۰۲	۳۲ ۰.۴۲ ۰.۶۲	تابستان
۶ ۰.۰۶ ۰.۳۰	۲۴ ۰.۱۳ ۰.۲۱	۸ ۰.۲۷ ۰.۴۱	۳۶ ۰.۷۳ ۰.۸۴	۰ ۰.۳ ۰.۰۱	۱ ۰.۲۶ ۰.۰۱	۰ ۰.۱ ۰.۰۱	۰ ۰.۵۳ ۰.۰۳	۲۶ ۰.۱۸ ۰.۳۱	پائیز
۶ ۰.۹۲ ۰.۳۵	۲۵ ۰.۱۵ ۰.۲۶	۸ ۰.۲۳ ۰.۴۱	۳۶ ۰.۷۲ ۰.۸۴	۰ ۰.۲۷ ۰.۰۱	۰ ۰.۹۴ ۰.۰۱	۰ ۰.۱۴ ۰.۰۱	۰ ۰.۲۱ ۰.۰۱	۲۲ ۰.۴۶ ۰.۱۲	زمستان



جدول ۱-۳ پارامترهای محیطی اندازه‌گیری شده به‌طور ماهانه در خلیج چابهار

منحنی های حاصل از تغییرات ماهانه پارامترهای محیطی ( فروردین تا اسفند ۱۳۸۶ ) در شکل ۱-۳ ارائه شده اند که مطابق این شکل ها در منحنی دما ، حداکثر دما در ماه مرداد و حداقل در اسفند دیده می شود . در منحنی چگالی ، حداقل چگالی در خرداد و حداکثر در بهمن دیده شده و در منحنی pH حداکثر در خرداد و حداقل در اسفند بوده است . بنابر منحنی های فسفات ، سیلیکات و نیترات حداکثرها به ترتیب در تیر ، مرداد و خرداد ماه و حداقل ها به ترتیب در خرداد ، فروردین و اردیبهشت ماه بوده اند . در منحنی شوری مقدار حداقل در خرداد و حداکثر در مهر ماه مشاهده شده است . در منحنی اکسیژن محلول روندی صعودی مشاهده می شود که حداقل در اردیبهشت و حداکثر در اسفند ماه دیده می شود . در منحنی کلروفیل a مقدار حداقل در بهمن و اسفند و حداکثر در آذر ماه دیده می شود .



### ۲-۳ شناسایی اسیدهای چرب *Chiton lamyi*

در نتیجه آنالیز ترکیبات اسیدهای چرب که در اندامهای داخلی و پا به طور جداگانه

شکل ۱-۳ منحنی تغییرات پلازماهای محیطی از فروردین تا آسفند ۱۳۸۶ در نوع اسید چرب شناسایی شده است (شکل‌های ۳-۱۴ و ۱۵-۳). این اسیدها در خلیج چابهار

گروههای اشباع شده و غیر اشباع با یک دو و یا چند پیوند دوگانه قرار می‌گیرند و لازم به ذکر است که: A: دما، B: شوری، C: دما، D: pH، E: pH، F: دما، G: دما، H: دما

ذکر است که: A: دما، B: شوری، C: دما، D: pH، E: pH، F: دما، G: دما، H: دما

هائنبوده ولی با توجه به سایر ترکیبات طبیعی، ایزومرهای سیس محتمل تر است.

اسیدهای چرب اشباع شده شامل میریستیک، تری متیل دکانوئیک، پالمیتیک و استئاریک اسید هستند. اسیدهای غیر اشباع با یک پیوند دوگانه پالمیتوئیک، اولئیک و گادولئیک اسید و اسیدهای غیر اشباع با چند پیوند دوگانه لینوئیک، ایکوزاپنتائوئیک و آراشیدونیک اسید هستند. در آنالیز اندامهای داخلی اسید پالمیتیک با میانگین سالانه ی ۳۱/۹۹۰ درصد و اسید اولئیک

با ۱۵/۰۶۰ درصد بیشترین مقدار را داشته اند.

میانگین سالانه اسیدهای چرب اشباع شده از ۵۸/۵۰۱ درصد و غالب بر مقدار اسیدهای چرب غیراشباع (۴۱/۵۰۰ درصد) در این گونه بوده است. بیشترین مقدار اسیدهای اشباع شده در تابستان و غیر اشباعها در پاییز مشاهده شده است (جدول ۲-۳). در آنالیز پا در گونه *Chiton lamyi* اسیدهای اشباع شده و غیر اشباع مشابه اندامهای داخلی شناسایی شد و مجدداً اسید پالمیتیک با میانگین سالانه ۳۴/۰۱۳ درصد و اسید اولئیک با ۱۸/۴۵۰ درصد بیشترین مقادیر را داشته اند.

همچنین مقدار میانگین سالانه اسیدهای چرب اشباع شده ۵۲/۸۹۸ درصد غالب بر غیر اشباعها بوده و بیشترین مقدار اسیدهای چرب اشباع شده در پاییز و غیراشباعها در زمستان دیده شده است.

نتایج میزان اسیدهای چرب اندازه گیری شده و انواع شناسایی شده و تغییرات فصلی اسیدهای چرب بدست آمده در گونه *Chiton lamyi* در جداول ۲-۳ و ۳-۳ و شکل‌های ۲-۳ و ۳-۴ در اندامهای داخلی و پای کیتون به طور جداگانه بررسی و مقایسه شده اند.

جدول ۲-۳ ترکیبات اسید چرب شناسایی شده بر حسب درصد در بافتهای داخلی *Chiton*

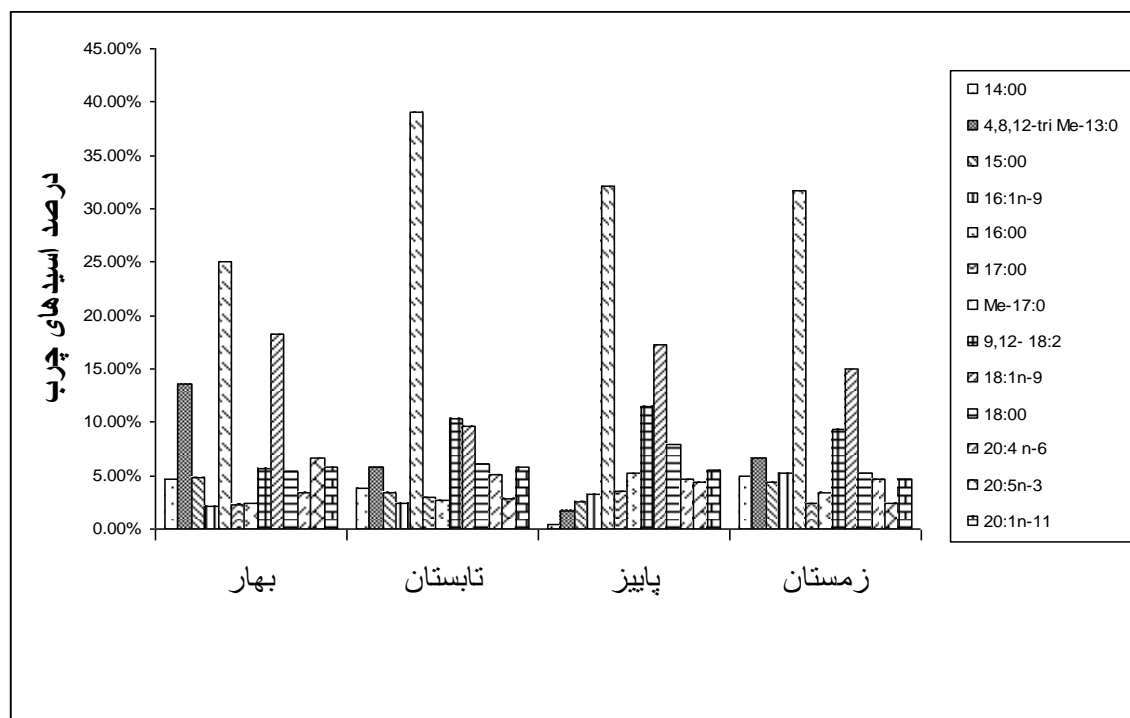
*lamyi*

درصد اسیدهای چرب	بهار	تابس تان	SD	پاییز	SD	زمس تان	SD	میانگین سالانه
14:0	9.97 2	9.50 3	4.480	9.43 2	0.833	2.73 5	0.641	8,038
4,8,12-tri Me-13:0	0.79 4	1.15 6	1.086	1.10 1	0.131	1.18 9	0.176	1,06
15:0	3.48 0	3.80 7	2.153	4.67 3	1.013	3.12 6	1.074	3,771
16:1n-9	9.57 3	10.8 74	2.890	9.72 3	1.851	4.10 3	1.240	8,568
16:0	33.9 90	36.0 85	4.217	38.5 28	0.889	27.4 48	4.936	34,01 3
17:0	0.89 8	0.75 3	0.832	1.31 5	0.204	1.75 7	0.332	1,180
Me-17:0	1.37	1.26	0.998	2.34	0.844	3.48	1.761	2,117

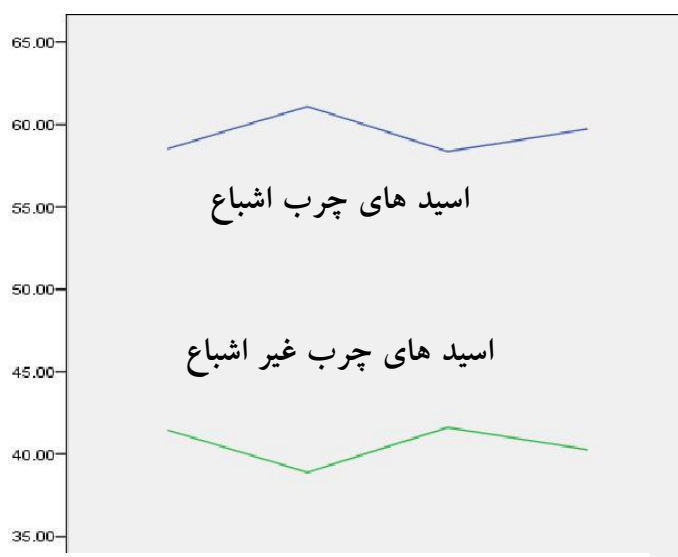
		3		7		0	8	
12,91 7	2.513	10.3 63	0.705	14.2 11	4.338	14.4 34	12.6 62	9,12- 18:2
18,45 0	2.415	25.7 60	2.056	12.8 08	2.072	16.1 16	19.1 19	18:1n-9
2,845	0.639	4.86 1	0.753	2.25 1	0.951	1.10 3	3.16 8	18:0
2,102	1.344	5.11 4	0.223	0.70 0	0.612	1.63 6	0.95 8	20:4 n-6
1,792	0.759	3.28 0	0.087	0.53 8	0.443	1.53 9	1.81 1	20:5n-3
3,271	0.962	6.78 3	0.188	2.37 2	0.933	1.73 3	2.19 6	20:1n-11
52,89 8		44.5 99		59.6 47		53.6 67	53.6 80	درصد کل اشباع شده ها
47,10 1		55.4 03		40.3 52		46.3 32	46.3 19	درصد کل غیر اشباع ها
1,15		0,80		1,48		1,16	1.16	نسبت کل اسیدهای چرب اشباع به غیر اشباع
1,113		1.56 0		1.30 0		1.06 3	0.52 9	نسبت $\omega-3/\omega-6$

جدول ۳-۳ ترکیبات اسید چرب شناسایی شده بر حسب درصد در پای *Chiton lamyi*

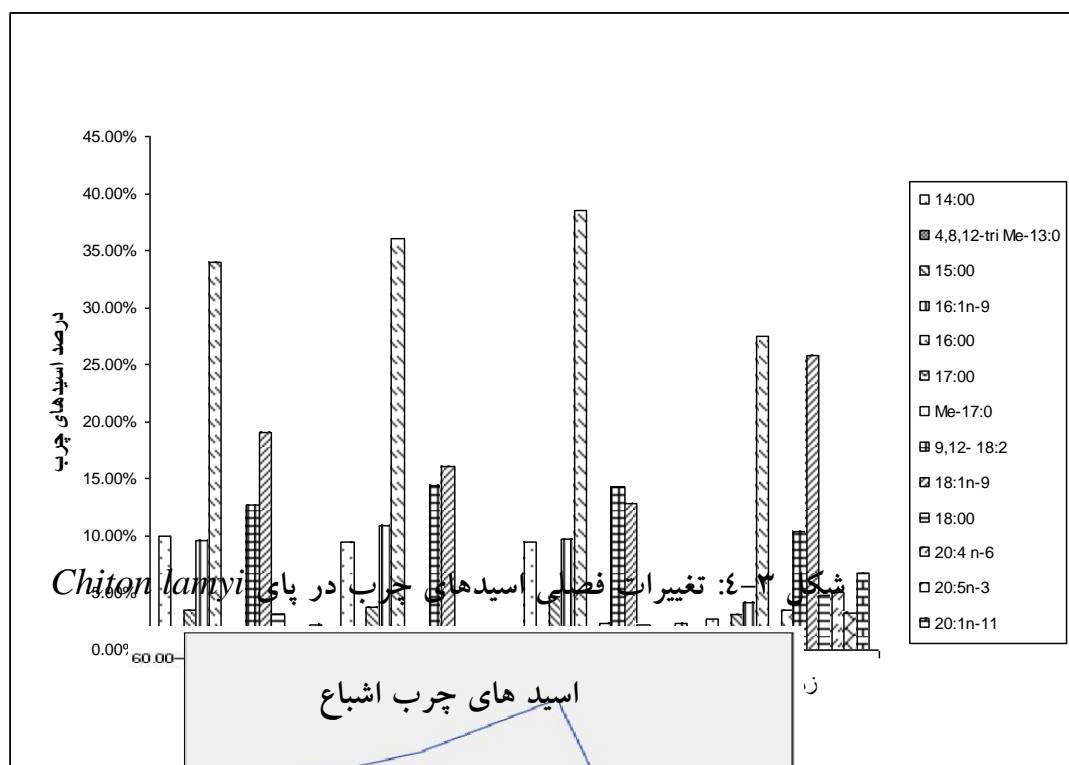
درصد اسیدهای چرب	بهار	تابستان	S D	پاییز	SD	زمستان	S D	میانگین سالانه
14:0	9.9 72	9.503	4. 480	9.432	0.8 33	2.735	0. 641	8,038
4,8,12-tri Me-13:0	0.7 94	1.156	1. 086	1.101	0.1 31	1.189	0. 176	1,06
15:0	3.4 80	3.807	2. 153	4.673	1.0 13	3.126	1. 074	3,771
16:1n-9	9.5 73	10.87 4	2. 890	9.723	1.8 51	4.103	1. 240	8,568
16:0	33. 990	36.08 5	4. 217	38.52 8	0.8 89	27.448	4. 936	34,013
17:0	0.8 98	0.753	0. 832	1.315	0.2 04	1.757	0. 332	1,180
Me-17:0	1.3 78	1.260	0. 998	2.347	0.8 44	3.483	1. 761	2,117
9,12- 18:2	12. 662	14.43 4	4. 338	14.21 1	0.7 05	10.363	2. 513	12,917
18:1n-9	19. 119	16.11 6	2. 072	12.80 8	2.0 56	25.760	2. 415	18,450
18:0	3.1 68	1.103	0. 951	2.251	0.7 53	4.861	0. 639	2,845
20:4 n-6	0.9 58	1.636	0. 612	0.700	0.2 23	5.114	1. 344	2,102
20:5n-3	1.8 11	1.539	0. 443	0.538	0.0 87	3.280	0. 759	1,792
20:1n-11	2.1 96	1.733	0. 933	2.372	0.1 88	6.783	0. 962	3,271
درصد کل اشباع شده ها	53. 680	53.66 7		59.64 7		44.599		52,898
درصد کل غیر اشباع ها	46. 319	46.33 2		40.35 2		55.403		47,101
نسبت کل اسیدهای چرب اشباع به غیر اشباع	1.1 6	1,16		1,48		0,80		1,15
نسبت $\omega-6/\omega-3$	0.5 29	1.063		1.300		1.560		1,113



شکل ۲-۳ تغییرات فصلی اسیدهای چرب در اندامهای داخلی *Chiton lamyi*



شکل ۳-۳ نمودار تغییرات فصلی درصد کل اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع در اندامهای داخلی *Chiton lamyi*





جدول ۳-۴ نتایج آنالیز های پیرسون و رگرسیون در ارتباط همبستگی فاکتور های محیطی و اسید های چرب شناسایی شده در اندام های داخلی *Chiton lamyi*

اسید چرب	د	کلروفیل a ل	فسفا ت	نیترات	سیلیکا ت	ش وری	pH	دا نسبته	اکسژن محلول
میریستیک اسید (C <sub>14:0</sub> )									
متیل تری دکانویک اسید (C <sub>13:0</sub> ) (MeC)									
پنتادکانویک اسید (C <sub>15:0</sub> )									
پالمیتوئیک اسید (C <sub>16:1</sub> )									
پالمیتیک اسید (C <sub>16:0</sub> )					۰.۹۸۴ R= ۰.۰۱۶ p= R2=0 /۹۶۹				
هپتادکانویک اسید (C <sub>17:0</sub> )									
متیل هپتادکانویک اسید (MeC <sub>17:0</sub> )									
لینولئیک اسید (C <sub>18:۲</sub> )									
اولئیک اسید (C <sub>18:۱</sub> )			-۰.۹۶۶ r=۰ ۰.۰۳۴ p= r 2=0/۹۹	R=- 0/۹۹۴ P=0/ ۰۰۶ r 2=0/۹۹	۰.۹۶۱ r=- ۰.۰۳۹ p= r 2=0/۹۹		r =- 0/۹۷۶ p=0/ ۰۲۴ r 2=0/۹۹		
استئاریک اسید (C <sub>1۸:۰</sub> )									
آراشیدونیک اسید (C <sub>۲۰:۴</sub> n-۶)									
ایکوزاپنتادکانویک اسید (C <sub>۲۰:۵</sub> n-۳) (C <sub>۲۰:۵</sub> n)		r= - 0/۹۶۰ p=0/ ۰۰۴ r2=0/ ۹۲۲							
گادولئیک اسید (C <sub>۲۰:۱</sub> n-۱۱)									

در تحلیل آماری برای بررسی ارتباط فاکتورهای محیطی و اسیدهای چرب شناسایی شده در گونه

I: ضریب همبستگی پیرسون

p: سطح معنی داری در آنالیز پیرسون

I<sup>2</sup>: میزان تاثیر متغیر مستقل در متغیر وابسته در آنالیز

رگرسیون

*Chiton lamyi*، از آنالیز همبستگی پیرسون و سپس رگرسیون استفاده شده که در این جداول تنها فاکتورهای محیطی که دارای ارتباط معنی دار ( $p < 0/05$ ) با تعدادی از اسیدهای چرب شناسایی شده بودند درج شده است. علامت مثبت یا منفی برای  $r$  نشان دهنده جهت ارتباط مستقیم یا معکوس بین فاکتور محیطی و اسید چرب و مقدار آن نشان دهنده شدت وابستگی این دو است که از صفر (ضعیف) تا یک (قوی) قابل تغییر است. بنابراین اعداد موجود در جدول برای  $r$  شدت ارتباط قوی را بین فاکتورهای محیطی و اسیدهای چرب نشان می دهند و نتایج در جداول ۳-۴ و ۳-۵ ارائه شده است. در مرحله بعد بین آن دسته از فاکتورهای محیطی و اسیدهای چربی که دارای ارتباط معنی دار بوده اند، برای بررسی مقدار تأثیر این فاکتورها در اسید چرب شناسایی شده ( $r^2$ ) آنالیز رگرسیون انجام شده و به طور مثال در یک مورد مانند ارتباط پالمیتیک اسید و سیلیکات با  $r=0/984$  و  $p=0/016$  آنالیز رگرسیون تک متغیری انجام شده و نتیجه زیر طبق فرمول حاصل شده است:

$$Y = 10/263 + 85/206 [\text{سیلیکات}] \quad (r^2=0/969)$$

در این رابطه  $Y$  مقدار پالمیتیک اسید در هر زمانی است که مقدار غلظت سیلیکات اندازه گرفته شده و مشخص باشد و مقدار  $r^2$  نشان دهنده اثر قوی متغیر سیلیکات در مقدار تغییرات پالمیتیک اسید می باشد. سایر مقادیر  $r^2$  در جدول نیز نشان دهنده تأثیر قوی این متغیرها در تغییرات متغیرهای اسید چرب وابسته به آنهاست.

جدول ۳-۵ نتایج آنالیزهای پیرسون و رگرسیون در ارتباط همبستگی  
فاکتورهای محیطی و اسیدهای چرب شناسایی شده در پای *Chiton lamyi*

اسید چرب	دما	کلرو فیل a	سفات	پرات	لیکات	سب وری	ش H	د انسبه	اکسژن محلول
----------	-----	---------------	------	------	-------	-----------	--------	------------	----------------

$r = -0.961$ $p = 0.039$ $r^2 = 0.924$									میرسیتیک اسید (C <sub>14:0</sub> )
									متیل تری دکانویک اسید (MeC <sub>13:0</sub> )
									پنتادکانویک اسید (C <sub>15:0</sub> )
$r = -0.967$ $p = 0.033$ $r^2 = 0.935$									پالمیتوئیک اسید (C <sub>16:1</sub> )
$r = -0.982$ $p = 0.018$ $r^2 = 0.964$									پالمیتیک اسید (C <sub>16:0</sub> )
									هپتادکانویک اسید (C <sub>17:0</sub> )
									متیل هپتادکانویک اسید (MeC <sub>17:0</sub> )
$r = -0.963$ $p = 0.037$ $r^2 = 0.927$									لینولئیک اسید (C <sub>18:2</sub> )
$r = 0.962$ $p = 0.038$ $r^2 = 0.926$									اولئیک اسید (C <sub>18:1</sub> )
							$r = -0.966$ $p = 0.034$ $r^2 = 0.932$		استاریک اسید (C <sub>18:0</sub> )
$r = 0.966$ $p = 0.034$ $r^2 = 0.934$									آرانشیدونیک اسید (C <sub>20:4 n-6</sub> )
									ایکوزا پنتادکانویک اسید (C <sub>20:5 n-3</sub> )
$r = 0.967$ $p = 0.033$ $r^2 = 0.934$									گادولئیک اسید (C <sub>20:1 n-11</sub> )

### ۳-۳ شناسایی اسیدهای چرب *Saccostrea cucullata*

در گونه اویستر ۱۳ اسید چرب شناسایی شدند که اسیدهای چرب اشباع شده شامل تری متیل ۱۳:۰، ۱۶:۰ (اسید پالمیتیک)، ۱۴:۰ (اسید میرسیتیک)، ۱۷:۰ (اسید هپتادکانوئیک) و

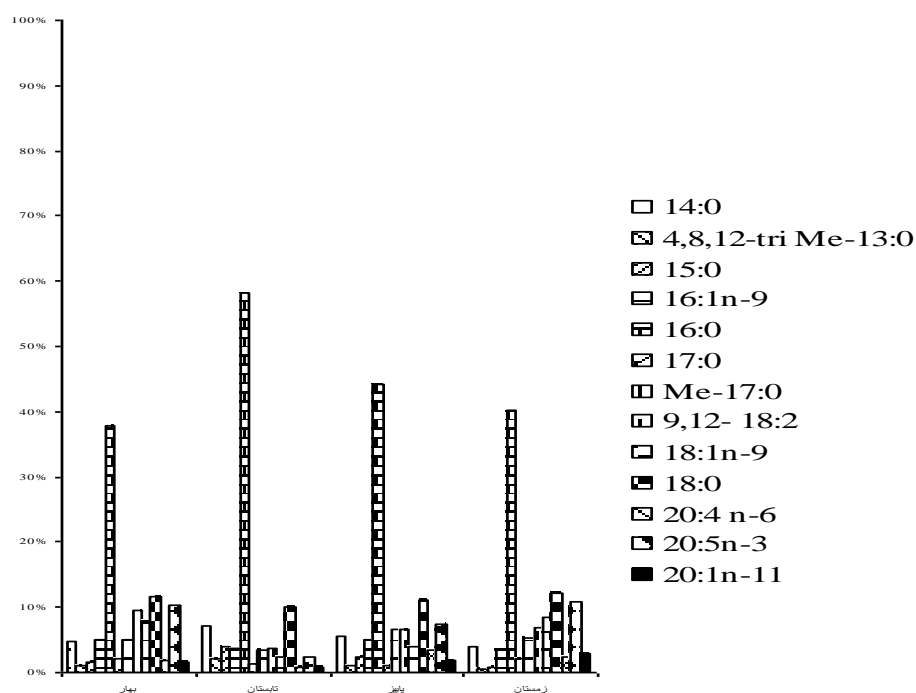
۱۸:۰ (اسید استتاریک) و اسیدهای چرب غیراشباع ۱۶:۱ n-۹، ۱۱:۱ n-۱۱ (گادولئیک اسید)، ۱۸:۲ ۹/۱۲ (لینولئیک اسید). ۲۰:۴ n-۶ (آراشیدونیک اسید) و ۲۰:۵ n-۳ (ایکوزاپنتائوئیک اسید) بوده‌اند (شکل ۳-۱۶).

اسید پالمیتیک با میانگین سالانه ی ۴۵/۰۵۶ درصد و اسید استتاریک با ۱۱/۲۶۲ درصد بیشترین مقدار را داشته‌اند. مقدار میانگین سالانه اسیدهای چرب اشباع شده ۷۱/۸۱۷ درصد و قالب بر مقدار میانگین سالانه اسیدهای چرب غیر اشباع (۲۸/۱۸۲ درصد) بوده است. نتایج درصد اسیدهای چرب به دست آمده در اویستر *Saccostrea cucullata* در جدول ۳-۶ گزارش شده و منحنی تغییرات فصلی این اسیدها در شکل ۳-۶ ارائه شده است:

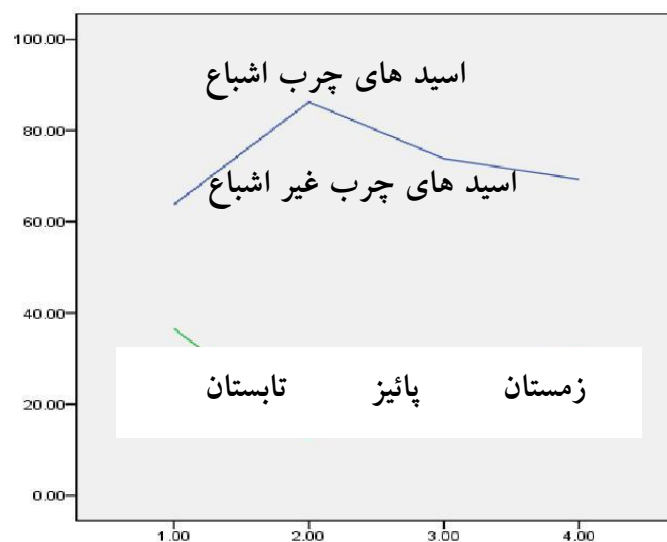
جدول ۳-۶ ترکیبات اسید چرب شناسایی شده بر حسب درصد در *Saccostrea cucullata*

درصد اسیدهای چرب	بها ر	S D	تا بستان	S D	پایه یز	S D	زده ستان	S D	میانگین سالانه
14:0	4. 880	0. 170	7. 268	1. 983	5. 623	0. 610	3. 911	0. 600	5, 420
4,8,12-tri Me-13:0	1. 098	3. 621	2. 099	0. 506	1. 006	0. 501	0. 468	1. 245	1, 167
15:0	1. 613	0. 482	3. 868	0. 989	2. 288	0. 658	0. 904	0. 846	2, 168
16:1n-9	4. 948	0. 653	3. 699	0. 908	4. 942	0. 674	3. 509	0. 308	4, 274
16:0	37. 706	0. 149	58. 088	2. 992	44. 160	2. 680	40. 270	0. 853	45, 056

1, 719	0 .024	2, 202	0 .256	1, 065	0 .194	1, 393	0 .091	2, 217	17:0
5, 023	0 .474	5, 227	1 .285	6, 622	1 .093	3, 336	0 .347	4, 910	Me-17:0
6, 584	0 .177	6, 776	0 .823	6, 551	1 .228	3, 592	1 .786	9, 420	9,12- 18:2
5, 680	1 .355	8, 412	0 .987	4, 053	0 .545	2, 394	0 .714	7, 863	18:1n-9
11, .262	0 .653	12, .180	1 .070	10 .999	3 .176	10 .159	0 .459	11 .711	18:0
2, 170	0 .547	2, 324	0 .370	3, 519	0 .410	0, 863	0 .291	1, 977	20:4 n-6
7, 717	3 .279	10 .930	1 .108	7, 327	0 .194	2, 416	3 .616	10 .197	20:5n-3
1, 754	0 .095	2, 887	0 .564	1, 846	0 .672	0, 825	0 .163	1, 460	20:1n-11
71, .817		65 .162		71 .763		86 .211		64 .135	درصد کل اشباع شده ها
28, .182		34 .838		28 .237		13 .789		35 .865	درصد کل غیر اشباع ها
3, 112		1, 87		2, 54		6, 25		1, 79	نسبت کل اسیدهای چرب اشباع به غیر اشباع
0, 31		0, 210		0, 480		0, 360		0, 190	نسبت ۳-ω - ۶-ω



شکل ۳-۶: تغییرات فصلی اسیدهای چرب در گونه *Saccostrea cucullata*



شکل ۳-۷: نمودار تغییرات فصلی درصد کل اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع در *Saccostrea cucullata*  
 نتایج آنالیز پیرسون و رگرسیون در بررسی ارتباط همبستگی فاکتورهای محیطی و اسیدهای

چرب شناسایی شده در *Saccostrea cucullata* در جدول ۳-۷ ارائه شده است :

### جدول ۳-۷ نتایج آنالیزهای پیرسون و رگرسیون در ارتباط همبستگی فاکتورهای محیطی و

#### اسیدهای چرب شناسایی شده در *Saccosterea cucullata*

اسید چرب	دما	کلروفیل a	ذرات سفت	نیترات	سیلیکات	شوری	pH	دانه‌بسته	اکسیژن محلول
میریستیک اسید (C <sub>14:0</sub> )	r=1/00 p=0/005 r <sup>2</sup> =0/999							r=-0/995 p=0/005 r <sup>2</sup> =0/999	
متیل تری دکانویک اسید (MeC <sub>13:0</sub> )	r=0/964 p=0/036 r <sup>2</sup> =0/958							r=-0/979 p=0/021 r <sup>2</sup> =0/958	
پنتادکانویک اسید (C <sub>15:0</sub> )	r=0/999 p=0/001 r <sup>2</sup> =0/999							r=-0/998 p=0/002 r <sup>2</sup> =0/999	
پالمیتوئیک اسید (C <sub>16:0</sub> )	r=-0/972 p=0/028 r <sup>2</sup> =0/945								
پالمیتیک اسید (C <sub>16:0</sub> )						r=-0/975 p=0/025 r <sup>2</sup> =0/959	r=0/979 p=0/021 r <sup>2</sup> =0/959		
هپتادکانویک اسید (C <sub>17:0</sub> )									
متیل هپتادکانویک اسید (MeC <sub>17:0</sub> )									
لینولئیک اسید (C <sub>18:2</sub> )				r=-0/950 p=0/050 r <sup>2</sup> =0/971	r=-0/986 p=0/014 r <sup>2</sup> =0/971		r=-0/957 p=0/043 r <sup>2</sup> =0/971		
اولئیک اسید (C <sub>18:1</sub> )									
استئاریک اسید (C <sub>18:0</sub> )	r=-0/992 p=0/008 r <sup>2</sup> =0/983							r=0/979 p=0/021 r <sup>2</sup> =0/983	
آراشیدونیک اسید (C <sub>20:4 n-6</sub> )									
ایکوزاپنتادکانویک اسید (C <sub>20:5 n-3</sub> )	r=-0/982 p=0/018 r <sup>2</sup> =0/965							r=0/981 p=0/019 r <sup>2</sup> =0/965	
گادولئیک اسید (C <sub>20:1 n-11</sub> )									

#### ۳-۴ شناسایی اسیدهای چرب *Nerita textilis*

در مجموع سیزده نوع اسید چرب در گونه نریتا شناسایی شدند که شامل میریستیک، هپتادکانوئیک، پالمیتیک و استئاریک از گروه اسیدهای چرب اشباع و اسیدهای پالمیتوئیک، اولئیک، آراشیدونیک، لینولئیک و گادولئیک، ایکوزاپنتادکانوئیک اسید از گروه

اسیدهای چرب غیراشباعندواسید پالمیتیک با میانگین سالانه ی ۳۴/۱۵۲ درصد و اسید استئاریک با ۱۲/۷۵۸ درصد بیشترین مقدار را داشته اند(شکل ۳-۱۷).

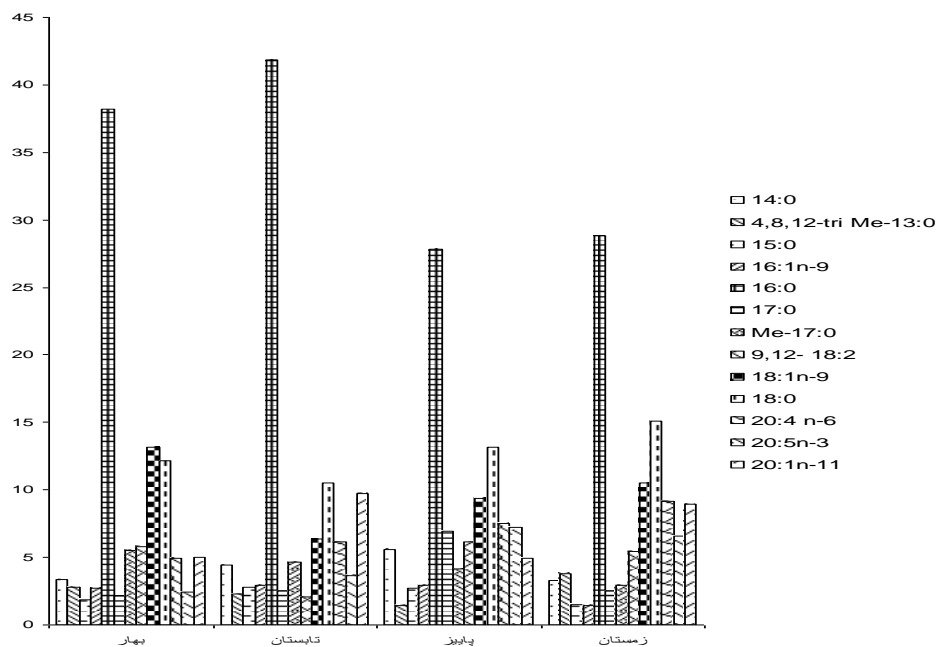
اسیدهای چرب اشباع شده با میانگین سالانه ی ۶۳/۷۱۹ درصد غالب بر مقدار کل اسیدهای چرب غیر اشباع ( ۳۶/۲۹ درصد ) بوده است و بیشترین مقدار درصد اسیدهای چرب اشباع شده در تابستان و بیشترین مقدار درصد اسیدهای چرب غیراشباع در زمستان دیده می شود.

نتایج آنالیز گازکروماتوگرافی جرمی گونه *Nerita textilis* در جدول ۳-۸ و تغییرات فصلی این ترکیبات در شکل ۳-۸ ارائه شده است :

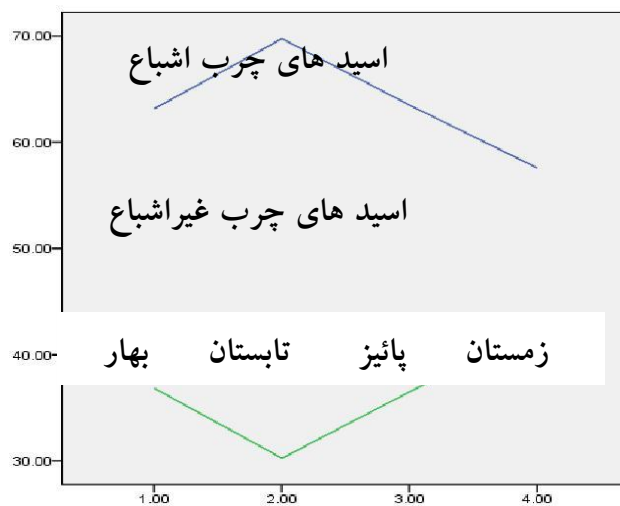


جدول ۳-۸ ترکیبات اسید چرب شناسایی شده بر حسب درصد در *Nerita textilis* (نتایج آنالیز GC/MS)

درصد اسیدهای چرب	بهار	SD	تابه تان	SD	پاییز	SD	زمس تان	SD	میانگین سالانه
14:0	3.33 2	0.3 36	4.46 9	0.342	5.57 8	0.5 92	3.30 3	0.1 36	4,170
4,8,12-tri Me-13:0	2.75 7	0.0 81	2.29 3	0.368	1.40 9	0.8 96	3.78 3	0.2 69	2,560
15:0	1.83 4	0.1 25	2.79 6	0.074	2.75 3	2.5 14	1.53 5	0.3 92	2,229
16:1n-9	2.75 2	1.2 57	2.90 4	0.013	2.92 9	0.3 28	1.45 4	0.2 99	2,509
16:0	38.1 83	2.2 13	41.8 19	0.153	27.8 09	1.9 83	28.7 97	4.4 85	34,152
17:0	2.12 0	0.4 53	2.51 0	0.068	6.96 9	1.1 84	2.51 7	0.8 00	3,529
Me-17:0	5.50 3	1.7 24	4.67 9	0.844	4.15 4	1.1 62	2.91 1	0.1 67	4,312
9,12- 18:2	5.77 5	0.8 49	2.05 9	0.360	6.14 8	0.7 88	5.43 0	1.0 07	4,853
18:1n-9	13.1 50	1.1 73	6.37 1	0.511	9.38 2	0.4 74	10.5 35	2.4 98	9,859
18:0	12.1 96	1.2 28	10.5 44	0.075	13.1 80	1.3 94	15.1 12	0.7 22	12,758
20:4 n-6	4.94 6	0.6 82	6.16 0	1.102	7.52 7	0.6 40	9.14 7	2.8 44	6,945
20:5n-3	2.46 3	0.9 34	3.68 0	0.899	7.21 8	1.2 20	6.55 7	0.8 11	4,979
20:1n-11	4.98 9	0.2 67	9.71 5	0.871	4.94 4	0.8 74	8.91 8	1.1 53	7,141
درصد کل اشیاع شده ها	65.9 30		69.1 10		61.8 50		57.9 60		63,712
درصد کل غیر اشیاع ها	34.0 80		30.8 90		38.1 50		42.0 40		36,29
نسبت کل اسیدهای چرب اشیاع به غیر اشیاع	1,93		2,24		1,62		1,39		1,79
نسبت $\omega - 3$ و $\omega - 6$	2.01 0		1.67 0		1.04 3		1.39 0		1,528



شکل ۳-۱ تغییرات فصلی اسیدهای چرب در *Nerita textilis* (نتایج آنالیز GC/MS)



شکل ۳-۹ نمودار تغییرات فصلی درصد کل اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع در *Nerita textilis*  
در بررسی ارتباط همبستگی فاکتورهای محیطی و اسیدهای چرب شناسایی شده به روش GC/MS در *Nerita textilis* نتایج به طور خلاصه در جدول ۳-۹ گزارش شده است :

جدول ۳-۹ نتایج آنالیزهای پیرسون و رگرسیون در ارتباط همبستگی فاکتورهای محیطی و اسیدهای چرب شناسایی شده به روش GC/MS در *Nerita textilis*

اسید چرب	دما	کلروفیل a	فوسفات	نیترات	سیلیکات	شوری	pH	دانسیته	اکسیژن محلول
میربستیک اسید (C <sub>۱۴:۰</sub> )									
متیل تری دکانویک اسید (C <sub>۱۳:۰</sub> ) (MeC)									
پنتادکانویک اسید (C <sub>۱۵:۰</sub> )									
پالمیتوئیک اسید (C <sub>۱۶:۰</sub> )							r=0/965 p=0/035 r2=0/217		
پالمیتیک اسید (C <sub>۱۶:۰</sub> )									
هپتادکانویک اسید (C <sub>۱۷:۰</sub> )									
متیل هپتادکانویک اسید (MeC <sub>۱۷:۰</sub> )									
لینولئیک اسید (C <sub>۱۸:۲</sub> )					r=-0/973 p=0/027 r2=0/946				
اولئیک اسید (C <sub>۱۸:۱</sub> )									
استئاریک اسید (C <sub>۱۸:۰</sub> )	r=-0/957 p=0/043 r2=0/927	r=0/963 p=0/037 r2=0/927							
آراشیدونیک اسید (C <sub>۲۰:۴</sub> n-۶)									
ایکوزاپنتادکانویک اسید (C <sub>۲۰:۵</sub> n-۳)				r=-0/963 p=0/037 r2=0/928					
گادولئیک اسید (C <sub>۲۰:۱</sub> n-۱۱)					r=-0/990 p=0/010 r2=0/980				

نتایج آنالیز GC در گونه *Nerita textilis* نشان می‌دهد که دوازده اسید چرب که در هر چهار فصل تغییرات نشان داده‌اند وجود دارند که ۵ اسید چرب اشباع شده شامل میربستیک (C<sub>۱۴:۰</sub>)، پالمیتیک (C<sub>۱۶:۰</sub>)، مارگاریک (C<sub>۱۷:۰</sub>)، استئاریک (C<sub>۱۸:۰</sub>) و بهینک اسید

r: ضریب همبستگی پیرسون

p: سطح معنی داری در آنالیز پیرسون

r<sup>2</sup>: میزان تاثیر متغیر مستقل در متغیر وابسته در آنالیز

رگرسیون

(C<sub>22</sub>:<sub>0</sub>) و اسیدهای چرب غیراشباع در این گونه پالمیتولئیک (C<sub>16</sub>:<sub>1</sub>)، لینولئیک (C<sub>18</sub>:<sub>2</sub>)، آلفالینولئیک (C<sub>18</sub>:<sub>3</sub>)، گادولئیک (C<sub>20</sub>:<sub>1</sub>) و ایکوزاپنتائوئیک (C<sub>20</sub>:<sub>5</sub>) هستند. بیشترین مقدار درصد میانگین سالانه به ترتیب در اسید اولئیک (۲۷/۰۸ درصد) و اسید پالمیتیک (۱۰/۶۵ درصد) دیده می‌شود.

نتایج بررسی و آنالیز *Nerita textilis* به روش GC (جدول ۳-۱۰) و تغییرات فصلی این ترکیبات در شکل ۳-۱۰ بررسی شده است.

جدول ۳-۱۰ ترکیبات اسید چرب شناسایی شده بر حسب درصد در *Nerita textilis*  
(نتایج آنالیز GC)

درصد اسیدهای چرب	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	میانگین سالانه
میربستیک اسید C14:0	3.61	5.89	3.48	2.25	3,80
پالمیتیک اسید C16:0	20.78	26.10	17.83	18.62	20,83
پالمیتولئیک اسید C16:1	3.59	3.60	2.28	2.85	3,08
مارگاریک اسید C17:0	1.28	1.19	1.21	1.21	1,22
استئاریک اسید C18:0	7.42	9.13	7.35	8.49	8,09
واکسنیک اسید C18:1t	4.50	3.40	2.9	2.60	3,35
اولئیک اسید C18:1c	24.90	20.03	30.33	33.06	27,08
لینولئیک اسید C18:2c	10.16	7.55	12.34	12.57	10,65
آلفالینولئیک اسید C18:3 Alpha	4.96	1.56	4.16	3.16	3,46
گادولئیک اسید C20:1	1.42	1.76	2.46	1.04	1,67
بهنیک اسید C22:0	2.78	2.24	3.67	2.92	2,90
ایکوزاپنتانویک اسید C20:5	2.62	3.75	3.02	2.89	3,07
درصد کل اشباع شده ها	35.870	44.550	33.540	33.490	36,86
درصد کل غیر اشباع ها	64.130	55.450	66.460	66.510	63,13
نسبت کل اسیدهای چرب اشباع به غیر اشباع	0,56	0,80	0,50	0,50	0,59
نسبت $\omega-3/\omega-6$	1.340	1.420	1.720	2.080	1,64

35

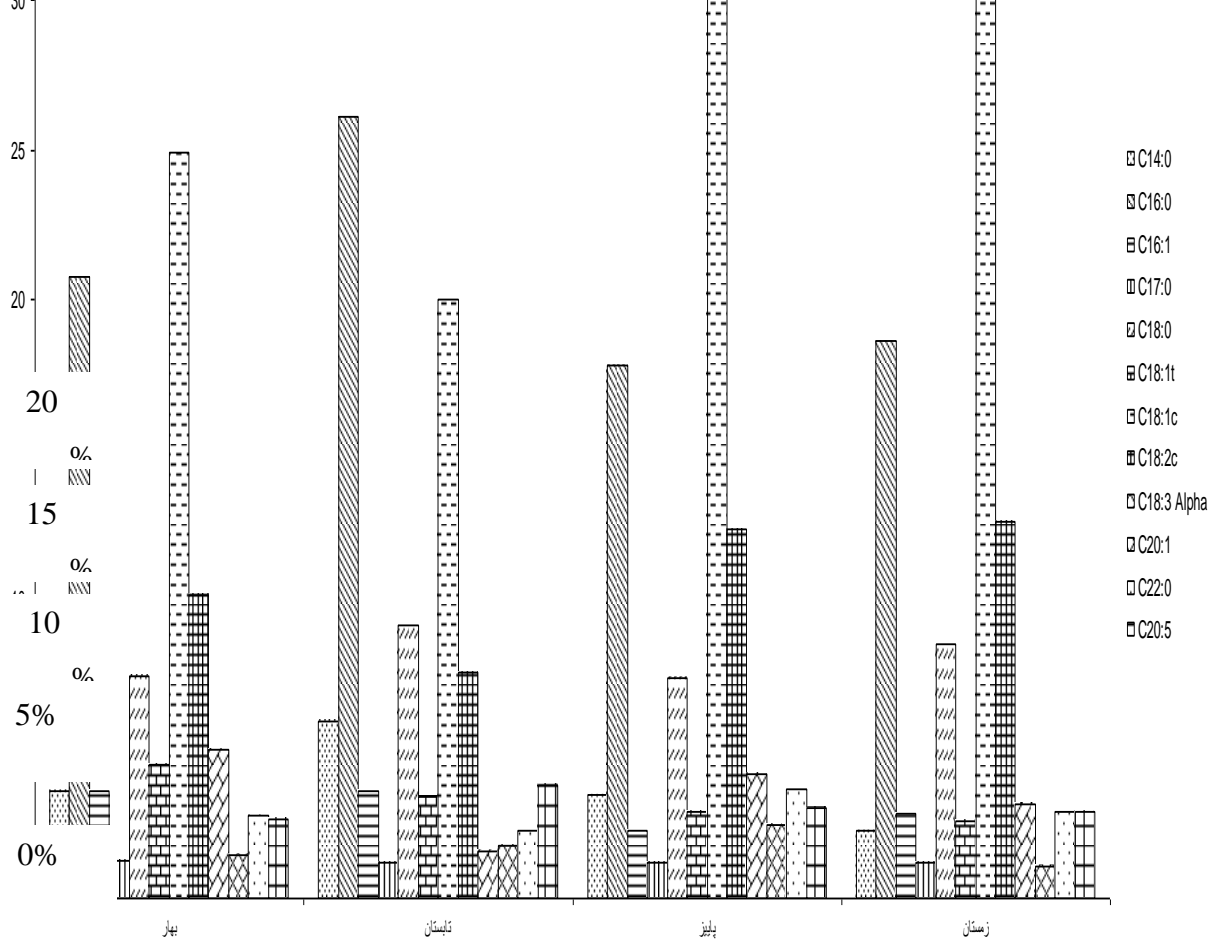
0%

30

0%

25

0%



شکل ۳-۱۰ تغییرات فصلی اسیدهای چرب در *Nerita textilis* (نتایج آنالیز GC)

نتایج آنالیز همبستگی پیرسون و سپس رگرسیون روش برای فاکتورهای محیطی و اسیدهای چرب شناسایی شده به روش GC در گونه *Nerita textilis* در جدول ۳-۱۱ خلاصه شده است:

جدول ۳-۱۱ نتایج آنالیزهای پیرسون و رگرسیون در ارتباط همبستگی فاکتورهای محیطی

و اسیدهای چرب شناسایی شده به روش GC در *Nerita textilis*

اسید چرب	دما	کلرو a فیل	فسفا ت	نیترات	سیلیک کات	شوری	pH	دا نسبته	اکسیژن محلول
میریستیک اسید (C <sub>14:0</sub> )	r=0/969 p=0/031 r <sup>2</sup> =0/939								
پالمیتیک اسید (C <sub>16:0</sub> )									
پالمیتولیک اسید (C <sub>16:1</sub> )									
مارگاریک اسید (C <sub>17:0</sub> )									
استئاریک اسید (C <sub>18:0</sub> )									
واکسنیک اسید (C <sub>18:1t</sub> )									
اولئیک اسید (C <sub>18:1c</sub> )									
لینولئیک اسید (C <sub>18:2c</sub> )									
آلفالینولئیک اسید (C <sub>18:3</sub> α)	r=-0/987 p=0/013 r <sup>2</sup> =0/974	r=-0/982 p=0/018 r <sup>2</sup> =0/974	r=-0/985 p=0/015 r <sup>2</sup> =0/974	r=-0/954 p=0/046 r <sup>2</sup> =0/974					
گادولئیک اسید (C <sub>20:1</sub> )									
بهنیک اسید (C <sub>22:0</sub> )									
ایکوزاپنتائونئیک اسید (C <sub>20:5</sub> )									

۳-۵ شناسایی اسیدهای چرب *Turbo coronatus*

در این جاندار نیز سیزده نوع اسید چرب مشابه گونه نریتا شناسایی شدند (شکل ۳-۱۸)

T: ضریب همبستگی پیرسون  
که بیشترین مقدار میانگین سالانه اسید چرب شناسایی شده در اسید پالمیتیک (۴۴/۹۵۰ درصد)  
P: سطح معنی داری در آنالیز پیرسون

T<sup>2</sup>: میزان تاثیر متغیر مستقل در متغیر وابسته در

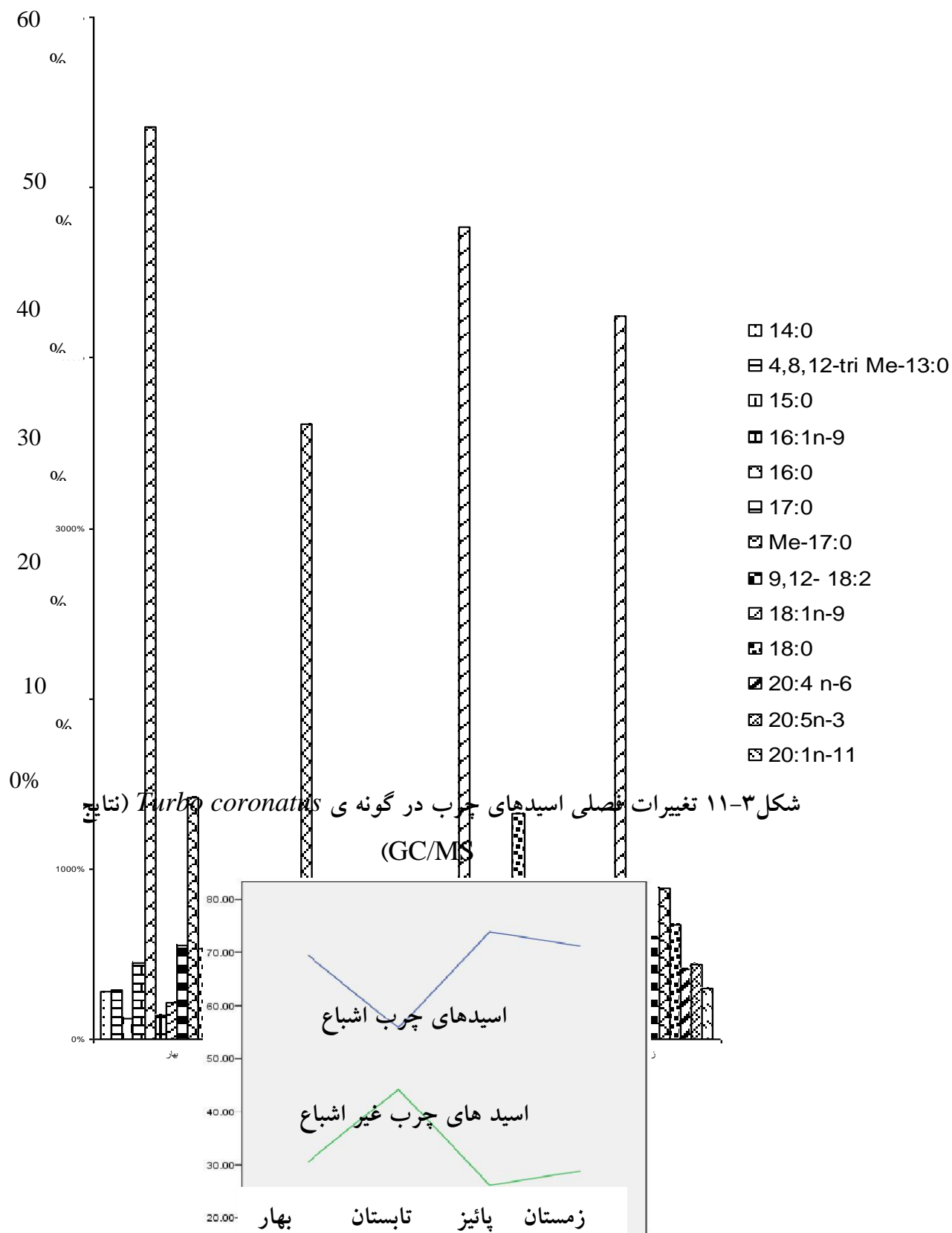
( و سپس در اسید اولئیک (۹/۰۶۷ درصد) دیده می‌شود.  
مقدار کل اسید های چرب اشباع شده با میانگین سالانه ی ۶۷/۶۷۱ درصد غالب بر مقدار  
کل اسید های چرب غیر اشباع با ۳۲/۳۳۵ درصد بوده است.  
نتایج تغییرات فصلی و تعداد اسیدهای چرب شناسایی شده به روش GC/MS در  
*Turbo coronatus* به ترتیب در شکل ۳-۱۱ و جدول ۳-۱۲ ارائه شده است:



جدول ۳-۱۲ ترکیبات اسید چرب شناسایی شده بر حسب درصد در Turbo

coronatus (نتایج آنالیز GC/MS)

درصد اسیدهای چرب	بهار	S D	تابه تان	پاییز	S D	زمسه تان	S D	میانگین سالانه
14:0	2.84 1	0. 63	3.51 9	2.35 8	0. 40	3.01 8	0. 79	2,935
4,8,12-tri Me-13:0	2.86 8	0. 50	2.94 8	1.96 0	0. 77	4.55 8	1. 39	3,085
15:0	1.20 1	0. 72	3.04 3	2.74 1	0. 39	2.63 5	2. 00	2,405
16:1n-9	4.47 8	0. 89	7.41 0	3.25 0	0. 19	5.82 1	0. 96	5,240
16:0	53.5 17	2. 52	36.0 99	47.7 01	3. 02	42.4 83	4. 98	44,950
17:0	1.42 9	0. 81	0.54 7	2.68 8	0. 00	2.93 0	0. 48	1,900
Me-17:0	2.10 2	0. 39	6.94 6	7.41 6	0. 72	5.45 3	0. 49	5,481
9,12- 18:2	5.54 0	0. 13	7.51 0	5.21 8	0. 12	5.97 8	0. 96	6,062
18:1n-9	14.1 49	2. 63	9.23 1	4.01 2	1. 69	8.87 6	1. 81	9,067
18:0	5.27 6	1. 13	2.30 9	13.2 70	0. 10	6.75 2	0. 79	6,922
20:4 n-6	3.72 1	0. 66	6.81 7	3.99 7	1. 44	4.14 8	1. 02	4,562
20:5n-3	1.33 3	0. 37	6.12 3	0.48 0	0. 43	4.36 9	1. 27	3,075
20:1n-11	1.54 6	0. 48	7.49 7	4.90 8	0. 23	2.98 0	0. 86	4,235
درصد کل اشباع شده ها	69.2 30		55.4 90	78.1 30		67.8 30		67,671
درصد کل غیر اشباع ها	30.7 70		44.5 10	21.8 70		32.1 70		32,335
نسبت کل اسیدهای چرب اشباع به غیر اشباع	2,25		1,24	3,57		2,11		2,292
نسبت $\omega$ -۳ / $\omega$ -۶	2.45 0		1.11 0	8.33 0		0.95 0		3,210



شکل ۳-۱۲ نمودار تغییرات فصلی درصد کل اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع در

*Turbo coronatus*

نتایج آنالیز آماری در روش همبستگی پیرسون برای بررسی ارتباط همبستگی فاکتورهای محیطی و اسیدهای چرب شناسایی شده در *Turbo coronatus* در جدول ۳-۱۳ ارائه شده است.

جدول ۳-۱۳ نتایج آنالیزهای پیرسون و رگرسیون در ارتباط همبستگی فاکتورهای محیطی و اسیدهای چرب شناسایی شده به

روش GC/MS در *Turbo coronatus*

اسید چرب	د	کلروفیل a ل	ف	نی ترات	سیلیکات	شوری	pH	داز سپته	اکسیژن محلول
میریستیک اسید (C ۱۴:۰)									
متیل تری دکانونیک اسید ( ۱۳:۰ MeC)									
پنتادکانونیک اسید ( C۱۵:۰ )									
پالمیتولیک اسید ( C۱۶:۱ )									
پالمیتیک اسید (C۱۶:۰)						r=0/9 59 p=0/0 41 r2=0/ 921			
هپتادکانونیک اسید (C۱۷:۰)									
متیل هپتادکانونیک اسید (MeC۱۷:۰)									
لینولیک اسید (C۱۸:۲)					r=0/9 58 p=0/0 42 r2=0/ 917				
اولئیک اسید (C۱۸:۱)									
استئاریک اسید (C۱۸:۰)									
آراشیدونیک اسید (C۲۰:۴ n-۶)					r=0/9 99 p=0/0 01 r2=0/ 997		r=0/9 70 p=0/0 30 r2=0/ 997		
ایکوزاپنتادکانونیک اسید (C۲۰:۵n-۳)						r=- 0/979 p=0/0 21 r2=0/ 958			
گادولئیک اسید (C۲۰:۱n-۱۱)									

I: ضریب همبستگی پیرسون

تایج ترکیبات اسیدهای چرب شناسایی شده به روش GC در گونه *Turbo coronatus*  
p: سطح معنی داری در آنالیز پیرسون

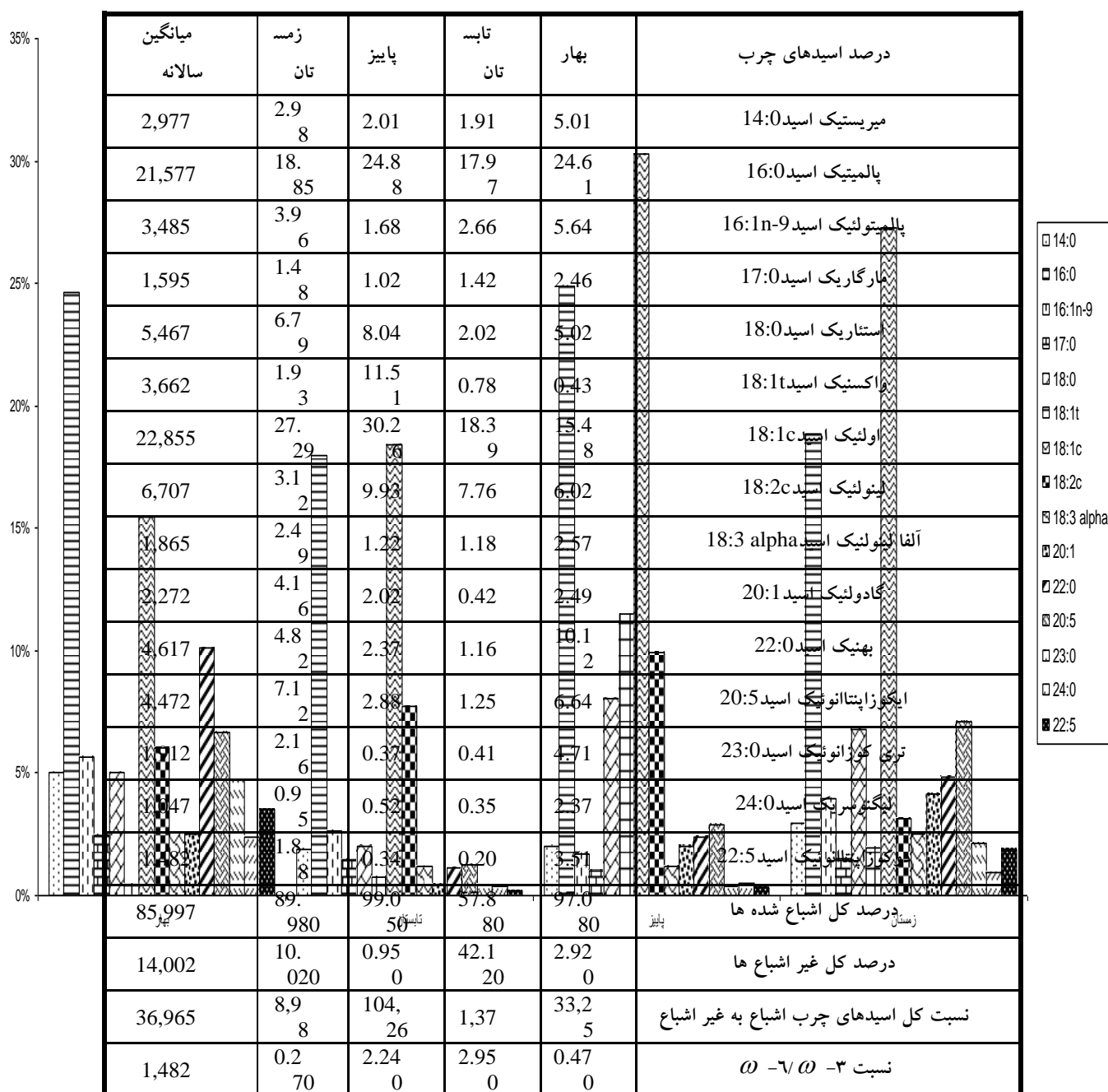
در جدول ۳-۱۴ و تغییرات فصلی این ترکیبات در شکل ۳-۱۳ آورده شده و در این گونه ۱۵

I<sup>2</sup>: میزان تاثیر متغیر مستقل در متغیر وابسته در آنالیز  
نوع اسید چرب شناسایی شده که در هر چهار فصل در پیکها دیده شده اند و اسیدهای چرب

اشباع شده میریستیک (C۱۴:۰)، استئاریک (C۱۸:۰)، بهنیک (C۲۲:۰) و تری‌کوزنویک (C۲۳:۰) و لیگنوسریک (C۲۴:۰) و اسیدهای چرب غیراشباع پالمیتوئیک (C۱۶:۱)، اولئیک (C۱۸:۱) لینوئیک (C۱۸:۲)، لینولیک (C۱۸:۳)، ایکوزاپنتائویک (C۲۰:۵) و دوکوزاپنتائویک (C۲۲:۵) هستند.

میانگین سالانه مقدار درصد کل اسیدهای چرب اشباع شده ۸۵/۹۹۷ درصد و میانگین سالانه اسیدهای چرب غیر اشباع ۱۴/۰۰۲ درصد و درصد کل اسیدهای چرب اشباع غالب بر غیر اشباعها و دارای حداکثر مقدار در پاییز است در حالیکه حداکثر درصد کل اسیدهای چرب غیر اشباع در تابستان مشاهده می‌شود.

جدول ۳-۱۴ ترکیبات اسید چرب شناسایی شده بر حسب درصد در *Turbo coronatus* (نتایج آنالیز GC)



شکل ۳-۱۳ تغییرات فصلی اسیدهای چرب در گونه *Turbo coronatus* (نتایج آنالیز GC)

نتایج آنالیز همبستگی پیرسون و اسپس رگرسیون برای فاکتورهای محیطی و اسیدهای چرب  
شناسایی شده به روش GC در گونه *Turbo coronatus* در جدول ۳-۱۵ خلاصه شده  
است.

جدول ۳-۱۵ نتایج آنالیزهای پیرسون و رگرسیون در ارتباط همبستگی فاکتورهای محیطی و اسیدهای چرب شناسایی شده به روش GC در گونه *Turbo coronatus*

اسید چرب	دما	کلرو فیل a	سفات	ن	سید یکات	ش وری	p H	دانسیته	اکسیژن محلول
میرستیک اسید (C ۱۴:۰)									
پالمیتیک اسید (C ۱۶:۰)									
پالمیتولیک اسید (C ۱۶:۱ n-۹)									
مارگاریک اسید (C ۱۷:۰)									
استئاریک اسید (C ۱۸:۰)									
واکسنیک اسید (C ۱۸: 1t)									
اولئیک اسید (C ۱۸:۱ c)									
لینولئیک اسید (C ۱۸:۲c)									
آلفالینولئیک اسید (C ۱۸:3 α)									
گادولئیک اسید (C ۲۰:۱)	r=- 0/981 p=0/ 019 r2=0/ 961							r=0/9 75 p=0/0 25 r2=0/ 961	
بهنیک اسید (C ۲۲:۰)									
ایکوزاپنتانوئیک اسید (C ۲۰:۵)									
تری کوزانوئیک اسید (C ۲۳:۰)									
لیگنو سربیک اسید (C ۲۴:۰)									
دوکوزاپنتانوئیک اسید (C ۲۲:۵)									

I: ضریب همبستگی پیرسون

p: سطح معنی داری در آنالیز پیرسون

I<sup>2</sup>: میزان تاثیر متغیر مستقل در متغیر وابسته در آنالیز



به منظور بررسی فاکتورهای محیطی در رابطه با تاثیر آنها در جانوران انتخاب شده (خلاصه نتایج آنالیز پیرسون و رگرسیون) می توان مجموع نتایج آماری در هر چهار جاندار را به صورت پاسخ کلی تغییرات اسیدهای چرب به فاکتورهای محیطی و به شکل جدول ۳-۱۶ خلاصه نمود :

اسیدهای چرب در جانداران انتخاب شده	دما	کلروفیل a	فسفات	نیترا ت	سیلیکات	شوری	pH	دانه سینه	اکسیژن محلول
کیتون (Chiton lamyi)	+	+	+	+	+		+		+
اویستر (Saccostrea cucullata)	+	+		+	+	+	+	+	
نریتا (Nerita textilis)	+	+		+	+	+	+		
توربو (Turbo coronatus)	+		+	+	+	+	+	+	

جدول ۳-۱۶ مجموع نتایج پاسخ تغییرات کلی اسیدهای چرب نرم تنان بررسی شده به فاکتورهای محیطی

علامت مثبت در این جدول نشان دهنده همبستگی معنی دار بین فاکتور محیطی و یک یا چند نوع از اسیدهای چرب شناسایی شده در جاندار ذکر شده است .  
به منظور بررسی تفاوت معنی دار بین اسیدهای چرب اشباع شده ( یا غیر اشباع ) در فصول مختلف ( خلاصه نتایج آنالیز آنوا ) می توان مجموع نتایج آماری در هر چهار جاندار را به صورت جدول ۳-۱۷ خلاصه نمود :

جدول ۳-۱۷ خلاصه نتایج آماری آنالیز Tukey در وجود تفاوت معنی دار بین تغییرات میزان کل اسیدهای چرب اشباع شده یا غیر اشباع در فصول مختلف در گونه های جانوری مطالعه شده .

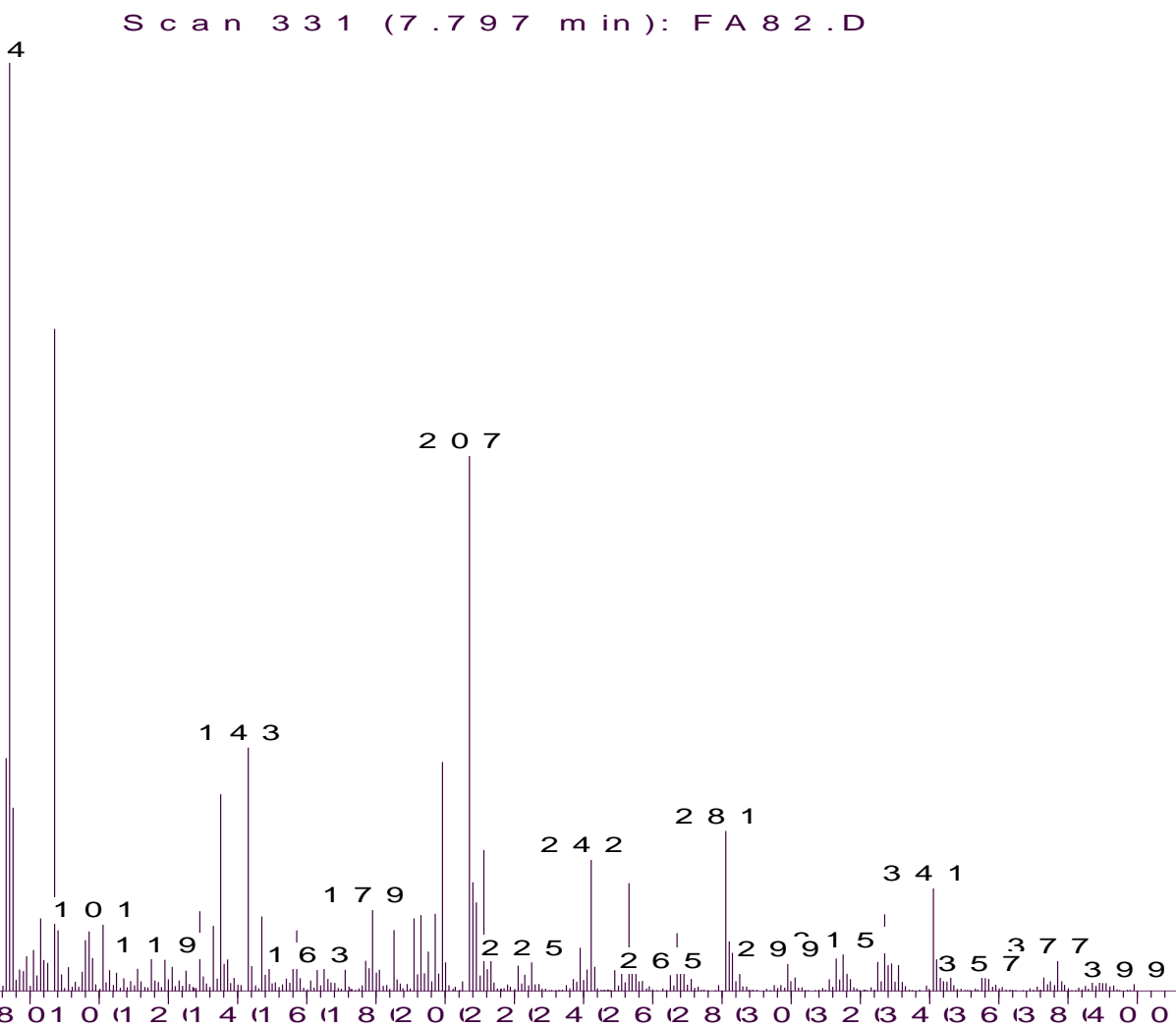
گونه جانوری	میزان کل اسیدهای چرب اشباع شده	میزان کل اسیدهای چرب غیر اشباع
-------------	--------------------------------	--------------------------------

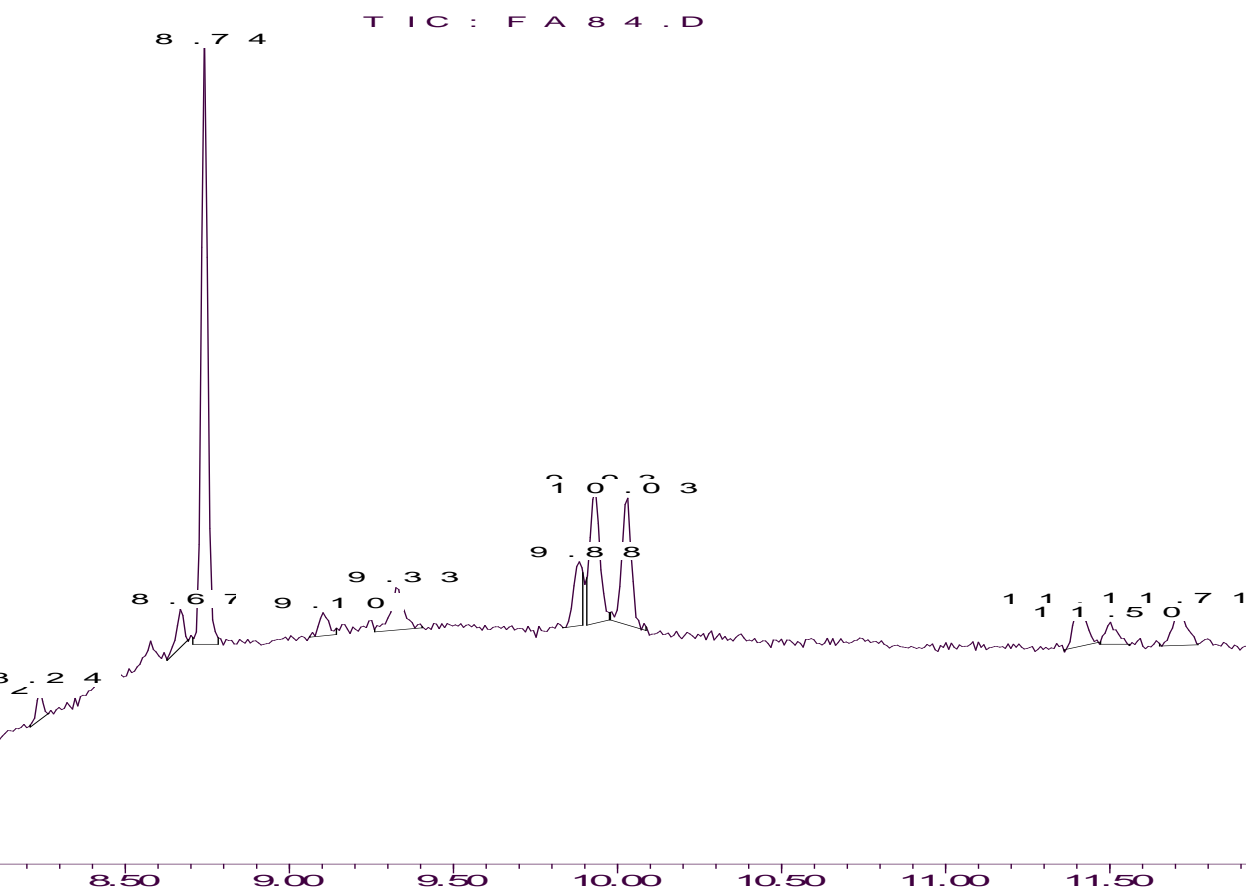
فصل	بهار	تابستان	پا ئیز	زمستان	بهار	تابستان	پا ئیز	زمستان
کیتون ( اندامهای داخلی ) ( Chiton lamyi )	بهار							
	تابستان							
	پا ئیز							
	زمستان							
کیتون ( پا ) ( Chiton lamyi )	بهار			+				+
	تابستان			+				+
	پا ئیز			+				+
	زمستان	+	+	+		+	+	
اویستر Saccostrea ) ( cucullata	بهار				+	+		
	تابستان	+		+	+			+
	پا ئیز		+	+		+	+	
	زمستان		+			+		
نریتا تکستیل ( Nerita textilis )	بهار							
	تابستان			+				+
	پا ئیز							
	زمستان		+			+		
توربو کوروناتوس Turbo coronatus ) (	بهار		+			+		
	تابستان	+		+	+		+	+
	پا ئیز		+	+		+		+
	زمستان		+			+		

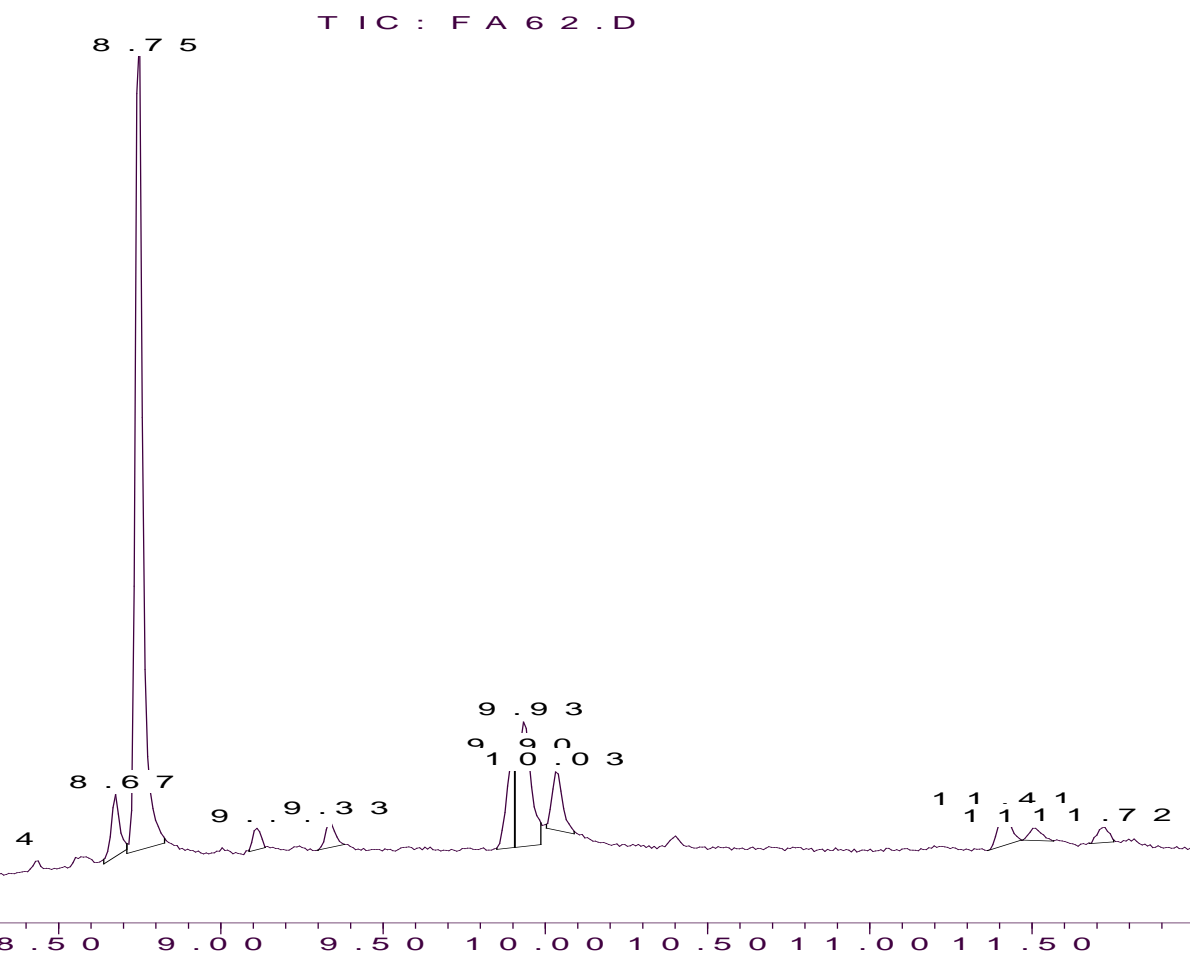
علامت مثبت در این جدول نشان دهنده وجود تفاوت معنی دار در میزان کل اسیدهای چرب اشباع شده یا غیر اشباع بین دو فصل مشخص شده است. از نتایج آنالیز کای اسکوئر هیچگونه رابطه معنی داری بین اسیدهای چرب اشباع شده و غیر اشباع در فصول مختلف مشاهده نشد.

TIC: FA71.D

Retention Time (min)	Peak Label (Persian)
7.79	اسید میریستیک
8.02	اسید متیل تری
8.24	اسید پنتا
8.67	اسید
8.74	اسید
9.11	اسید
9.33	اسید استیل متیل پنتادک
9.89	اسید
9.93	اسید اولئیک
10.03	اسید
10.43	اسید
10.93	اسید
11.42	اسید اولئیک
11.50	اسید
11.71	اسید
11.91	اسید ایکوزانتانویک







## فصل چهارم : بحث و نتیجه گیری

پارامترهای محیطی مانند دما، شوری، مواد مغذی و... در تغییرات مقدار ترکیبات شیمیایی تاثیر دارند و در نتیجه می توان روند تغییرات ترکیبات شیمیایی در بدن موجودات زنده را با توجه به تغییرات پارامترهای محیطی بررسی نمود. با توجه به این موضوع و پیش از بررسی تغییرات ترکیبات شیمیایی، شناسایی این ترکیبات در جانوران و آبزیان و تعیین گونه‌های با اهمیت از نظر دارا بودن ترکیبات شیمیایی خاص اولویت می‌یابد، که در این راستا ابتدا شناسایی گونه‌هایی از نرم‌تنان منطقه چابهار انجام شده است.

اسیدهای چرب به دلیل شرکت در ساختمان متابولیت‌های داخلی بدن جانداران، واحدهای ذخیره‌سازی انرژی، واحدهای ساختمانی غشاهای سلولی و پیش‌سازهای پروستاگلندینها و پروستاگلکلینها و نیز کاربردهای دارویی و بیولوژیکی مانند اثرات ضد التهابی و افزایش مقاومت بدن در برابر باکتریها، کمک به درمان بیماریهای قلبی عروقی و نیز تقویت سیستم ایمنی بدن اهمیت به سزایی دارند که در تحقیق حاضر این گروه از ترکیبات شیمیایی مطالعه شده‌اند.

فرض انجام این پایان نامه احتمال دارا بودن ترکیبات شیمیایی از گروه اسیدهای چرب در نرم تنان غالب منطقه چابهار و آنالیز و شناسایی این ترکیبات و وجود تاثیر فاکتورهای محیطی منطقه در میزان ترکیبات اسیدهای چرب شناسایی شده و یافتن فاکتورهای محیطی بوده است که دارای اهمیت بیشتری از جهت این تاثیرگذاری هستند که با توجه به این فرضیات اهداف زیر در نظر گرفته شد تا این فرضیه رد و یا تایید گردد :

- شناسایی نرم تنان غالب در منطقه بین جزر و مدی خلیج چابهار
  - بررسی نوع اسیدهای چرب در نرم‌تنان انتخاب شده
  - بررسی میزان تغییرات فصلی اسیدهای چرب نرم‌تنان مورد مطالعه
  - بررسی ارتباط این تغییرات با فاکتورهای محیطی مانند دما، شوری، مواد مغذی، pH، دانسیته و اکسیژن محلول در صورت وجود تغییرات فصلی قابل ملاحظه
- در راستای تحقق اهداف فوق، ابتدا اقدام به شناسایی گونه‌های غالبی از نرم تنان گردید که به شرح زیر هستند:

۱- جنس و گونه *Chiton lamyi* از ردهٔ بسپاره صدفان (polyplacophora)

۲- جنس و گونه *Nerita textilis* از رده شکم پایان (gastropoda)

۳- جنس و گونه *Turbo coronatus* از ردهٔ شکم پایان (gastropoda)

#### ۴- جنس و گونه *Saccostrea cucullata* از رده دوکفه‌ایها (bivalvia)

در ادامه، مباحث مورد نظر در ابتدا به صورت جداگانه برای هر گونه ارائه شده و در انتها نیز بحث و نتیجه گیری کلی انجام شده است.

#### ۴-۱ *Chiton lamyi*

در گونه *Chiton lamyi* در نتیجه آنالیز ترکیبات اسیدهای چرب که در اندامهای داخلی و پا به طور جداگانه انجام گرفته سیزده نوع اسید چرب مشابه و با درصدهای متفاوت شناسایی شده است (جدول ۳-۲ و ۳-۳) که مطابق نتایج آنالیز آنووا (جدول ۳-۱۸) در اندامهای داخلی کیتون بین تغییرات اسیدهای چرب شناسایی شده در چهار فصل تفاوت های معنی داری مشاهده می شود و تنها در مورد اسیدهای پالمیتوئیک، هپتادکانوئیک و گادولئیک هیچ گونه تفاوت معنی داری دیده نشده و در آنالیز پای کیتون در مورد اسیدهای تری متیل دکانوئیک، پنتادکانوئیک، پالمیتوئیک، هپتادکانوئیک، متیل هپتادکانوئیک و لینولئیک تفاوت معنی داری حاصل نشده است. وجود مقادیر اسیدهای چرب با درصدهای متفاوت در بافتهای مختلف سایر گونه‌های نرم تنان مانند دوشکم پا به نامهای *Bellamya bengalensis* و *Pila globosa* نیز گزارش شده است که در این جانداران اسیدهای چرب اشباع شده ترکیب اصلی بوده و از ۴۸ تا ۶۰٪ تغییر داشته است (Misra, 2002) و تفاوت در بافتهای مختلف مثل گندها، اندامهای داخلی، پا یا جبهه\* جانوران را می توان مربوط به متابولیسم و سوخت و ساز داخلی بدن جانور و همین طور دوران مختلف تولیدمثلی آنها دانست (Galap et al., 1999) زیرا در دوران مختلف زیستی جانوران استفاده از ذخایر انرژی مربوط به اسیدهای چرب افزایش یا کاهش یافته که هم مربوط به فرایندهای زیستی مانند تولیدمثل و تخم گذاری بوده و هم در بافتهای مختلف میزان اسیدهای چرب متفاوت خواهد بود. همچنین در گونه کیتون تفاوت درصد اسیدهای چرب در پا و اندامهای داخلی را می توان به سازگاری فیزیولوژیکی متفاوت اندامها و باقی ماندن بیشتر برخی اندامها مانند پا را در معرض تغییرات محیطی نسبت داد. در میان اسیدهای چرب شناسایی شده اسید پالمیتیک (۱۶:۰ C) از نظر مقدار فراوانی نسبی در *Chiton lamyi* مهم ترین اسید به دست آمده است و این نتیجه با نتایج مشاهده شده در سایر نرم تنان مطابقت داشته و حاکی از وجود محتوای بیشتر درصد اسید پالمیتیک در ماسل *Mytilus galloprovincialis* پرورش داده شده در مناطق مختلف و نیز غلبه اسیدهای چرب اشباع شده بر سایر اسیدهای چرب غیر اشباع یک عاملی یا چند عاملی است (Feuntes et al., 2009 ; Ackman et al., 2000). بعد از اسید پالمیتیک، اسید اولئیک مقدار درصد بیشتری از سایر اسیدهای چرب دارد.



مقدار اسید تری متیل تری دکانوئیک (4,8,12 tri Me13:O) در اندامهای داخلی بیشتر از پا و دارای تغییرات فصلی قابل ملاحظه و تفاوت معنی دار است که دارای مقدار حداکثر خود در بهار بوده است و منشأ این اسید را می توان در رژیم تغذیه جلبکی و گیاهخواری کیتون جستجو کرد که از لیپیدهای فیتول و غشای کلروپلاست بدست می آید (Jones et al., 1979; Wood, 1974) و در اندامهای داخلی که حاوی بافتهای گوارشی هم هستند مقدار بیشتری از آن دیده می شود در حالی که در نتایج آنالیز پا در این اسید تفاوتهای معنی داری در طول سال مشاهده نشده و در نتیجه به نظر می رسد اندامهای داخلی در متابولیسم این اسید چرب بیشتر از پا دخیل باشند.

در مقدار کل اسیدهای چرب در سایر مراجع، وجود اسیدهای چرب غیراشباع غالب بر اسیدهای چرب اشباع دیده می شود (Feuntes et al., 2009 ; Frietes et al., 2002) اما در این تحقیق غلبه اسیدهای چرب اشباع دیده می شود و این نتیجه با برخی گزارش های دیگر مطابقت دارد (Galap et al., 1999).

غلبه اسیدهای چرب اشباع یا غیراشباع را می توان در منابع غذایی موجود در منطقه زیست گونه مورد نظر جستجو کرد زیرا چنانچه منابع غذایی بیشتر فیتوپلانکتونها باشند غنی از اسیدهای چرب غیراشباع و چنانچه منابع غذایی از مواد زائد\* همراه با باکتریهای موجود در آنها باشد اسیدهای چرب اشباع بیشتر خواهند بود (Galap et al., 1999) بنابراین وجود ترکیبات مختلف اسیدهای چرب با درصدهای متفاوت از طرفی به منابع غذایی و شرایط اکولوژیکی منطقه زیست جاندار و از طرف دیگر به فیزیولوژی داخلی و متابولیسم جانور وابسته است.

بیشترین مقدار اسیدهای چرب غیراشباع در اندامهای داخلی در زمستان و در پا در پاییز دیده شده است. نتایج سایر تحقیقات در بافتهای مختلف اویستر *Crassostrea virginica* (Pazos et al., 1996; Chu & Greaves 1991) حاکی از وجود رابطه معکوس بین دما و مقدار اسیدهای چرب غیراشباع به دلیل سازگار سازی نقطه ذوب لیپیدهای غشای سلولی جانوران است. زیرا با کاهش دما نفوذ پذیری غشای سلولی باید ثابت بماند که اشباع زدایی اسیدهای چرب عامل نگهداری سیالیت غشاهای سلولی است (Ueda, 1974; Los & Murata, 1999)

اما در مورد پای کیتون مقدار حداکثر اسیدهای چرب غیراشباع در پاییز دیده می شود و این تفاوت در پا و اندامهای داخلی را می توان به سازگاری مختلف اندامها با شرایط محیطی منطقه بخصوص تغییرات دمایی مربوط دانست.

به دنبال بررسی عوامل محیطی که در تغییرات سطح لیپید بافتهای جانوری نقش مهمی

دارند و احتمال دارد که به تغییرات فصلی ترکیبات اسید چرب کیتون نیز منجر شده باشند آنالیز پیرسون در ارتباط با نقش این عوامل در تغییرات مقدار اسیدهای چرب انجام گرفت که در اندامهای داخلی اسید ایکوزاپنتانویک با کلروفیل a و اسید اولئیک با فسفات، نترات، سیلیکات و pH و نیز اسید پالمیتیک با سیلیکات همبستگی معنی دار نشان داده و در پا اسید استئاریک با دما و اسیدهای میریستیک، پالمیتولئیک، پالمیتیک، لینولئیک، اولئیک، آراشیدونیک و گادولئیک همگی با اکسیژن محلول همبستگی های معنی دار نشان دادند. بنابر نتایج سایر تحقیقات اسیدهای چرب در اندامهای داخلی نرم تنان با مواد مغذی محیطی همبستگی نشان داده اند و تجمع لیپیدها در سلولهای فیتوپلانکتونی در شرایط کمبود مواد مغذی نیز توسط Lombardi and Parrish, 1990 بررسی شده و نشان می دهد که امکان دارد مواد مغذی مستقیماً در محتویات اسیدهای چرب نرم تنان، متناسب با رژیم غذایی آنها نقش داشته باشند. در ضمن تحقیقات نشان داده است کم شدن نترات موجب افزایش اسیدهای چرب غیر اشباع با درجه کربن کمتر مانند لینولئیک یا اولئیک اسید شده اما با اسیدهای چرب غیر اشباع با پیوندهای دوگانه بیشتر (HUFA) مانند آراشیدونیک اسید نسبت مستقیم دارد (Sukenik&Wahnon, 1991) که در نتایج به دست آمده نیز ارتباط معنی داری با جهت منفی بین اسید اولئیک و نترات دیده می شود و لازم به ذکر است در هیچ یک از منابع مذکور در مورد علت پدیده های ذکر شده بحثی به میان نیامده است.

نتیجه آنالیز آماری (جدول ۳-۴) نشان داده است که فاکتورهای محیطی کلروفیل a با اسید ایکوزاپنتانویک و فسفات، نترات، سیلیکات و pH با تغییرات اسید اولئیک در اندامهای داخلی کیتون همبستگی دارند. در مورد نتیجه حاصل در اسید اولئیک که با سیلیکات، فسفات، نترات و pH همبستگی قوی نشان داده است، آنالیز رگرسیون چند متغیری مقدار  $r^2=0/999$  را نتیجه داده است و به ترتیب اهمیت ابتدا تاثیر بیشتر فسفات و سپس فاکتورهای سیلیکات، نترات و pH را در تشکیل این اسید نشان می دهد. از طرف دیگر فاکتورهای دما و اکسیژن محلول با تغییرات اسیدهای چرب در پای کیتون همبستگی معنی دار دارند (جدول ۳-۵). تحقیقات نشان می دهند افزایش شوری، دانسیته و اکسیژن محلول موجب افزایش اسیدهای چرب به ویژه اسیدهای چرب غیر اشباع در برخی از گونه های آبزیان می شود تا سیالیت لازم برای فسفولیپیدهای غشایی که تحت استرسهای محیطی هستند حفظ شود (Yano&Nakayama, 2007 ; Rao&Dayanada, 1998) که با نتایج حاصل در این تحقیق نیز مطابقت دارد. اما از مقایسه نتایج حاصل برای اندامهای داخلی و پای کیتون مشاهده می شود عامل دما و اکسیژن محلول در پا و مواد مغذی، pH و کلروفیل a در اندامهای داخلی نقش تاثیرپذیری در تغییرات

اسیدهای چرب را نشان می دهند. علت وجود رابطه معنی دار بین دما و اسید استئاریک ، سایر اسیدهای چرب و اکسیژن محلول در پا را می توان تاثیر بیشتر دما و اکسیژن در اندامهایی دانست که بیشتر در معرض تغییرات محیطی هستند. اما وجود رابطه معنی دار بین کلروفیل a و اسید ایکوزاپنتانوئیک به این دلیل است که میزان بالای فیتوپلانکتون های منطقه موجب افزایش کلروفیل a و در نتیجه بالا بودن میزان فتوسنتز می شود ( Demetriou&Neonaki, 2007 ) و از طرف دیگر اسیدهای غیر اشباعی مانند EPA ( ایکوزاپنتانوئیک اسید ) شاخص دیاتومه ای فیتوپلانکتون ها هستند ( Stevens&Deibel 2004 ). بنابراین می توان نتیجه گرفت اگر در منطقه ای حاصلخیز مانند خلیج چابهار ارتباط معنی داری بین کلروفیل a و اسید EPA مشاهده شود، نشان دهنده تغذیه گونه مورد نظر از فیتوپلانکتون های منطقه به ویژه دیاتومه هاست و فراوانی دیاتومه ای نیز می تواند نشان دهنده کم شدن میزان سیلیکات به دلیل استفاده این جانداران از آن باشد (Zheng&Song,2006) و می توان نتیجه گرفت بین میزان سیلیکات و EPA نیز باید ارتباط معکوسی برقرار باشد که در این مورد ارتباطی با جهت منفی بین این دو فاکتور (  $r=-0/808$  ) نتیجه شده است که به دلیل عدم داشتن  $p<0/05$  در جدول نتایج درج نشده است.

نتایج آنالیز رگرسیون ( $r^2$ ) نیز نقش موثر فاکتورهای محیطی به دست آمده را در تغییرات اسیدهای چرب مربوطه تائید می نمایند .

از آنجا که مطابق نتایج آنالیز آماری آنووا ( جدول ۳-۱۷ ) تغییرات در میزان اسیدهای چرب اشباع شده و غیر اشباع در اندامهای داخلی کیتون بدون تفاوت معنی دار بوده در حالی که در مورد اندام پای کیتون تغییرات میزان اسیدهای چرب اشباع شده و غیر اشباع بین فصل زمستان و سایر فصول دارای تفاوت معنی دار بوده است ، می توان تنها به نتایج مربوط به آنالیز پای کیتون استناد نمود و چنین نتیجه گیری کرد که از میان فاکتورهای بررسی شده دما و اکسیژن محلول در تغییرات اسیدهای چرب این جاندار دارای اهمیت بیشتری هستند .

یکی از مباحث مطرح در زمینه بررسی محتوای غذایی گونه های نرم تنان نسبت امگا۶ به امگا۳ است و همینطور که در بخش ۱-۶-۲ توضیح داده شد کیفیت محتوای غذایی یک گونه را با شاخصهایی مانند محتوای گوشت و ترکیبات لیپیدی آن می توان سنجید ( Khan&Parrish, 2006 ). اگر نسبت سالانه امگا۶ به امگا۳ در طول یکسال بررسی شود و میزان اسیدهای چرب امگا۳ بالا باشد اینگونه محتوای غذایی بالایی دارد. تغییرات فاکتورهای محیطی مانند دما، شوری و کلروفیل می تواند بر روی ترکیبات اسید چرب در یک گونه اثر داشته باشد که در نتیجه کیفیت

گوشت نرم تنان بویژه صدفها یا دوکفه ایها را تحت تأثیر قرار خواهد داد و نسبتهای امگا ۶ به امگا ۳ برابر ۱-۲/۱ را نتیجه خواهد داد.

بنابراین توضیحات در کیتون (هم در اندامهای داخلی و هم در پا) نسبتها بین ۰/۵ تا ۱/۹ دیده شده و کمترین مقدار در بهار بوده است که نشان دهنده وجود منابع تغذیه غنی برای اینگونه در بهار می باشد و از طرفی بیشترین نسبتها در فصول تولید مثلی دیده می شود که در این دوره جاندار از ذخایر اسیدهای چرب غیر اشباع استفاده می کند.

#### ۲-۴ *Saccostrea cocollata*

در مبحث بررسی نتایج *Saccostrea cucullata* (اویستر صخره ای) بین تغییرات سالیانه ی میزان اسیدهای تری متیل دکانوئیک، پنتا دکانوئیک، پالمیتولئیک، هپتادکانوئیک، استئاریک و گادولئیک هیچ گونه تفاوت معنی داری مشاهده نمی شود و اسید پالمیتیک در چهار فصل بررسی شده بیشترین مقدار را همراه با تفاوت های معنی دار بین فصول داشته و نتیجه به دست آمده با تحقیقات قبلی مطابقت دارد، (Feuntes et al., 2009) زیرا در سایر دو کفه ایها نیز چنین نتیجه ای دیده شده است. اسید استئاریک تقریباً در تمام سال روند تغییرات ثابتی دارد که مطابق جدول ۳-۱۸ نیز تفاوت معنی داری تغییرات این اسید بین فصول مشاهده نمی شود و این نتیجه نیز قبلاً در سایر دو کفه ایها به دست آمده است (DeMoreno et al., 1980). اسید چرب غیر اشباع ۳-n:۲۰:۵ (EPA) مقدار حداکثر را در زمستان و کمترین مقدار را در تابستان داشته است و می توان علت را در این نکته دانست که از آنجا که چنین اسیدهای غیر اشباعی باید از رژیم غذایی جانور تأمین شوند و پیش سازهای خود را از منابع غذایی در دسترس به دست آورند، بنابراین در زمستان منابع در دسترس برای جانور بیشتر موجود بوده است. البته احتمال دارد وجود منابع غنی غذایی در زمستان به علت مانسون تابستانه قبل از آن در این منطقه نیز باشد.

همچنین تعداد زیادی از اسیدهای غیر اشباع در این گونه در زمستان بیشترین مقدار را داشته اند که بنابر بحث قبلی در مورد کیتونها، ارتباط معکوس بین دما و مقدار اسیدهای چرب توسط سایر محققین نیز اثبات شده است (Chu & Greaves, 1991).

از مطالب گفته شده می توان نتیجه دیگری نیز گرفت و آن این است که منابع غذایی اویسترها در تابستان و زمستان منشأ متفاوتی نیز دارد زیرا اسیدهایی مانند EPA که باید از محیط اطراف جاندار به دست بیایند به خودی خود در بدن جاندار سنتز نمی شوند (Wood, 1974). در این گونه، مقدار کل اسیدهای اشباع غالب بر مقدار کل اسیدهای غیر اشباع بوده است

که با نتایج سایر تحقیقات در زمینه دوکفه‌ایها و اویسترها مغایرت دارد (Frietes et al., 2002; Feuntes et al., 2009) که علت این مغایرت را همان گونه که در بحث کیتون آورده شد، می‌توان در غلبه اسیدهای چرب اشباع یا غیراشباع در منابع غذایی موجود در منطقه زیست گونه موردنظر جستجو کرد زیرا چنانچه منابع غذایی بیشتر فیتوپلانکتونها باشند غنی از اسیدهای چرب غیراشباع و چنانچه منابع غذایی از مواد زائده همراه با باکتریهای موجود در آنها باشد اسیدهای چرب اشباع بیشتر خواهند بود (Galap et al., 1999).

علاوه بر سایر پارامترها اسید اولئیک دارای مقدار حداکثر خود در بهار است که در این زمان منابع غذایی فیتوپلانکتونی و در نتیجه کلروفیل a زیاد بوده و موجب افزایش اسیدهای چرب غیراشباع می‌شود (Langdon and Waldock, 1981) و اسید آراشیدونیک (۶ - C<sub>20</sub>:n) دارای حداکثر مقدار خود در پاییز است، که علت را می‌توان با تأخیر انتخابی اسید آراشیدونیک (۶ - C<sub>20</sub>:n) در مصرف آن برای فرایندهای تولیدمثلی توجیه نمود، زیرا دیده شده است که اسید آراشیدونیک در اویسترها در سنتز نوروترانسمیترهای وابسته به فرایندهای تولید مثلی مانند پروستاگلندینها دخالت دارد (Freites et al., 2002) و از طرفی این اسید به عنوان منبع ذخیره انرژی در طول زمانهای کمبود مواد غذایی مصرف می‌شود (Gardner and Riley, 1972).

نتایج آنالیز پیرسون و رگرسیون (جدول ۳-۷) نشان می‌دهد که از میان فاکتورهای محیطی، دما و دانسیته با اسیدهای میریستیک، تری متیل دکانویک، پنتادکانویک، استئاریک و ایکوزاپنتادکانویک همبستگی قوی و در سه مورد اول دما با اسیدهای اشباع شده همبستگی با جهت مثبت و در دو مورد بعدی با اسیدهای غیر اشباع همبستگی با جهت منفی دارد. این نتیجه با سایر تحقیقات در این زمینه مطابقت داشته و نشان می‌دهد که در اثر کاهش دما اسیدهای چرب غیر اشباع به دلیل نقطه ذوب بالاتر در مقایسه با اسیدهای اشباع افزایش نشان می‌دهند تا سیالیت فسفولیپیدهای غشایی حفظ شود و نیز افزایش دما موجب افزایش یا غلبه اسیدهای چرب اشباع شده می‌شود (Chu & Greaves, 1991; Yano & Nakayama, 1998) و در ضمن از آنجا که طبیعتاً دما و دانسیته باید اثری عکس یکدیگر داشته باشند جهت همبستگی‌ها در فاکتور دانسیته باید مخالف نتیجه مشاهده شده در مورد دما باشد که همین نتیجه نیز به دست آمده است. همچنین رابطه‌ای با جهت منفی نیز بین نیترات، سیلیکات و pH و اسید لینولئیک مشاهده شد که می‌توان آنرا مطابق روال مشاهده شده در سایر مناطق توجیه نمود زیرا با کاهش سیلیکات و نیترات در دماهای بالا، اسیدهای چرب غیر اشباع و با درجه کربن بالا (HUFA)

کاهش و برعکس اسیدهای غیر اشباع با درجه کربن کمتر افزایش نشان داده‌اند (Mortensen et al., 1988; Sukenik&Wahnon, 1991).

همچنین در تحقیق دیگری که توسط Pernet&Tremblay, 2004 صورت گرفته است نیز دیده شده که در کمبود سیلیکات در رژیم غذایی گونه‌ای اسکالوپ به نام *Placopecten magellanicus* اسید لینولئیک افزایش یافته است.

همچنین نتایج رگرسیون چند متغیری در مورد اسید لینولئیک و فاکتورهای محیطی نترات، سیلیکات و pH با  $r^2=0/971$  اثر قوی این متغیرها را در اسید مذکور نشان داده و نیز اثر سیلیکات را قوی تر از دو فاکتور دیگر نشان می دهد و نیز در مورد اثر دما و دانسیته در اسیدهای چرب به دست آمده نتیجه رگرسیون اثر دما را قوی تر از دانسیته نشان داده است.

در جمع بندی کلی نتایج این گونه می توان گفت از آنجا که درجه غیراشباعی اسیدهای چرب در بافتهای ارگانسیم‌های دریایی با کاهش دما افزایش می‌یابد (Lewis, 1962) پس انتظار می‌رود حداکثر مقدار اسیدهای غیراشباع در گونه ساکوسترا کوکولاتا در زمستان دیده شود و از طرفی بین محتوای EPA و سایر اسیدهای چرب غیراشباع در آبزیان و مقدار غذای موجود در هر منطقه نیز همبستگی وجود دارد (De Moreno et al., 1980) و نتایج آنالیز پیرسون نیز جهت این همبستگی ها را تأیید می نمایند اما حداکثر مقدار کل اسیدهای چرب غیراشباع در بهار بوده است.

از طرفی مطابق نتایج آنووا (جدول ۳-۱۷) در اویستر *Saccostrea cucullata* اختلاف معنی دار بین میزان اسیدهای چرب اشباع شده و یا غیر اشباع در فصول مختلف دیده می شود، که می توان نتیجه گرفت فاکتورهای محیطی در میزان اسیدهای چرب بین فصول مختلف تغییرات معنی داری ایجاد کرده اند.

در مورد نسبت امگا۶ به امگا ۳ نیز دیده شد که نسبتها در تمام سال از ۰/۱۹ تا ۰/۴۸ تغییر داشته و نسبتهای کمتر از ۱ به این معنی است که اسید چرب امگا۳ بیشتر از امگا۶ بوده و نشان دهنده منابع غذایی غنی از فیتوپلانکتون، جلبک و میکروآلگا در محیط زندگی این جاندار است و موجب می شود اسیدهای چرب غیر اشباع به عنوان منبع انرژی لازم حتی برای دوران تولید مثلی نیز کاهش نیافته و این اسیدها از محیط جاندار و منابع غذایی تأمین گردند. بنابراین کیفیت گوشت اینگونه در منطقه چابهار در رابطه با محتوای لیپیدی و اسید چرب مفید بالا بوده و نسبت امگا۶ به امگا ۳ از شاخصهای تعیین کننده آن است.

بنابراین می توان نتیجه گرفت در این منطقه منبع غذایی غنی بر روی ترکیبات اسیدهای

چرب اثر بیشتری نسبت به دما خواهد داشت و البته محتوای اسید چرب در یک گونه به عوامل بسیار دیگری شامل منابع غذایی فیتوپلانکتونی در دسترس، تغییرات فصلی، منطقه اکولوژیکی، ترکیبات مواد مغذی و سایر فاکتورهای زیست محیطی وابسته است.

### ۳-۴ *Nerita textilis*

در مورد گونه *Nerita textilis* همان طور که در فصل قبل توضیح داده شد آنالیز و نمونه سازی برای GC و GC/MS انجام شده است و بنابراین دو مجموعه جداگانه از ترکیبات اسیدهای چرب و تغییرات فصلی آنها و آنالیزهای آماری بدست آمده است. در نتایج GC/MS در تغییرات فصلی اسیدهای پنتادکانوئیک، پالمیتوئیک و متیل هپتادکانوئیک تفاوت های معنی داری مشاهده نمی شود (جدول ۳-۱۸) و بیشترین مقدار درصد اسیدهای چرب اشباع در تابستان و غیراشباع در زمستان مشاهده شده که کاملاً با نتایج تحقیقات قبلی در زمینه نرم تنان مطابقت دارد و علت در بخشهای قبلی ( ۴-۱ ) ذکر شده است (Galap et al., 1999).

همچنین مشاهده شده است که اسید پالمیتیک بیشترین مقدار درصد را در این گونه داشته که مجدداً با نتایج قبلی در بخش ۴-۱ مطابقت دارد (Feuntes et al., 2009) و در مجموع سیزده نوع اسید چرب شناسایی شده اند.

در مورد نتایج آنالیز آماری پیرسون ( جدول ۳-۹ ) ارتباط همبستگی معنی دار بین اسید استئاریک با دما و کلروفیل a ، اسید پالمیتوئیک و pH ، اسید لینولئیک و سیلیکات ، اسید ایکوزاپنتانوئیک و نیترات و اسید گادولئیک و شوری مشاهده می شود . در رابطه به دست آمده بین اسید لینولئیک و سیلیکات که دارای جهت همبستگی منفی نیز هست چنانکه در بخش ۴-۲ ذکر شد در سایر مطالعات نیز نتیجه مشابهی دیده شده و کاهش یا افزایش مواد مغذی مانند سیلیکات اثر معکوسی در اسیدهای چرب با درجه غیر اشباعی کمتر مانند اسید لینولئیک داشته است ( Mortensen et al., 1988 ). ارتباط مشاهده شده با جهت همبستگی مثبت بین اسید استئاریک و کلروفیل a نشان دهنده اثر مثبت افزایش فیتوپلانکتونهای منطقه و در نتیجه افزایش میزان کلروفیل a در افزایش اسید استئاریک و حاکی از تغذیه گیاهخواری گونه *Nerita textilis* از منابع جلبکی و فیتوپلانکتونی منطقه است ( Johns et al., 1979 ; Wood, 1974 ).

در مورد وجود همبستگی مثبت بین شوری و اسید گادولئیک نیز باید گفت که در بسیاری از تحقیقات افزایش اسیدهای چرب در اثر افزایش شوری مشاهده شده زیرا دیده شده است که اثر شوری می تواند راندمان فتوسنتز و در نتیجه میزان کلروفیل منطقه را بالا ببرد و نیز افزایش

شوری موجب افزایش اسیدهای چرب غیر اشباع شده و در نتیجه نسبت عکس با اسیدهای چرب اشباع شده دارد تا سیالیت فسفولیپیدهای غشایی حفظ شود ( Rao&Dayananda, 2007 ; Demetriou&Neonaki, 2007 ).

در مورد ارتباط موجود بین pH و اسید پالمیتوئیک، از آنجا که pH آب با میزان تولید اولیه در آب متناسب بوده و در نتیجه بیومس منطقه افزایش خواهد داشت و از طرفی بیشترین غلظت اسیدهایی مانند پالمیتوئیک در بیومس جلبکی بالا مشاهده شده ( Skerratt&Nichols, 1995 ) می توان چنین نتیجه گرفت که در صورت افزایش pH منطقه ناشی از توان تولید اولیه بالا، غلظت اسیدهایی مانند پالمیتوئیک افزایش خواهد داشت.

در روش GC نیز ۱۲ اسید چرب شناسایی شده اند که شامل میریستیک، پالمیتیک، استئاریک و بهنیک اسید از گروه اشباع شده ها و پالمیتوئیک، لینوئیک، آلفالینولیک، گادولئیک و ایکوزاپنتانوئیک اسید از گروه غیر اشباع ها هستند. بر اساس گزارش های موجود بیشترین غلظت لیپیدهایی مانند پالمیتیک، پالمیتوئیک و ایکوزاپنتانوئیک اسید در صورت وجود منابع جلبکی و دیاتومه ای دیده شده ( Skerratt&Nichols, 1995 ) که با یافته های تحقیق حاضر مطابقت نشان می دهد.

آبزیان در دماهای پائین ظرفیت آنزیمی ناشی از متابولیسم انرژی را تنظیم می کنند تا فسفولیپیدهای غشایی را بسازند و در نتیجه سیالیت غشای سلول را سازگار کنند بنابراین در دماهای پائین اسیدهای چرب غیر اشباع بیشتر می شوند زیرا اشباع زدایی اسیدهای چرب عامل نگهداری سیالیت غشاست ( Crockett&Dougherty, 2001 ; Los&Murata, 1991 ).

بر طبق نتایج آنالیز آماری ( جدول ۳-۱۱ ) اسید میریستیک و دما ، اسید آلفالینولیک و فاکتورهای فسفات ، نترات ، سیلیکات و pH و اسید ایکوزاپنتانوئیک و فاکتورهای نترات ، سیلیکات ، شوری و pH ارتباط همبستگی معنی دار نشان داده اند . در مورد فاکتورهای محیطی ذکر شده می توان به مباحث قبلی استناد نمود. اما تفاوت نتایج آماری حاصل از شناسایی اسیدهای چرب با دستگاه GC و GC/MS در فاکتورهای محیطی فسفات دیده می شود که این عامل محیطی با اسید ایکوزاپنتانوئیک شناسایی شده در آنالیز GC ارتباط معنی دار نشان داده اند. بنابر تحقیقات موجود فسفات یکی از عوامل محدود کننده تولید فیتوپلانکتونی است (Huang, 2003; Müller et al.,2004) و در نتیجه می تواند اثرات کاهشی در مقدار اسیدهای چرب غیر اشباع داشته باشد و از طرفی به علت شرکت در ساختمان غشای سلولی



جانوری میزان فسفات موجود در منابع آبی با مقدار اسیدهای چرب متناسب است، که در نتیجه بدست آمده در گونه نریتا این اثر تأیید می شود. در شرایط محدودیت نیتروژن نیز کاهش مقدار اسیدهای چرب اشباع مانند اسید پالمیتیک و افزایش مقدار اسیدهای چرب غیر اشباع دیده شده (Suknik&Wahnon, 1991) که با یافته های موجود در این تحقیق قابل انطباق است.

نتایج سایر تحقیقات نشان داده است که در شرایط کمبود سیلیکات مقدار اسیدهای چرب مانند لینولئیک افزایش یافته (Pernet&Tremblay, 2004) و در این تحقیق نیز اثر مشابهی در مورد ارتباط معکوس بین سیلیکات و اسید آلفالینولئیک دیده می شود.

همچنین نتایج آنالیز آنووا تفاوت معنی دار بین تغییرات بین اسیدهای چرب اشباع شده و نیز غیر اشباع را بین فصول تابستان و دیگر فصول نشان می دهد که طبق داده های به دست آمده نیز حداکثر مقدار اسیدهای چرب اشباع و حداقل مقدار اسیدهای چرب غیر اشباع هر دو در تابستان دیده شده است .

در گونه نریتا نسبت امگا۶ به امگا۳ بیشتر شده و از ۱/۰۴۳ تا ۲/۰۱ در اندازه گیری GC/MS و از ۱/۳۴ تا ۲/۰۸ در اندازه گیری GC دیده می شود.

#### *Turbo coronatus* ۴-۴

در *Turbo coronatus* مشابه *Nerita textilis* دو مجموعه از اسیدهای چرب توسط روش GC و GC/MS شناسایی شده و روند تغییرات فصلی آنها به دست آمده است.

در روش GC/MS ۱۳ نوع اسید چرب شناسایی شد که تنها در تغییرات فصلی دواسید پنتادکانوئیک و لینولئیک تفاوت معنی دار مشاهده نمی شود (جدول ۳-۱۸) و مشابه بخشهای قبلی اسیدهایی مانند میریستیک، پالمیتیک، اولئیک، استئاریک، آراشیدونیک و ایکوزاپنتانوئیک شناسایی شدند و بیشترین مقدار درصد میانگین سالانه را اسید پالمیتیک در طول سال داشته است. مقدار کل میانگین سالانه اسیدهای چرب اشباع غالب بر اسیدهای چرب غیر اشباع بوده و این نتیجه با برخی از تحقیقات در زمینه اسیدهای چرب نرم تنان مغایرت دارد (Bell&Sargent, 1985) که احتمالاً به دلایل شرایط اکولوژیکی منطقه، رژیم تغذیه و متابولیسم جاندار است (بخش ۴-۱). مقدار حداکثر اسیدهای چرب غیر اشباع مانند اولئیک، EPA و گادولئیک در زمستان مشاهده شده و مطابق است با نتایج سایر تحقیقات در این زمینه (Chu&Greaves, 1991).

در نتایج آنالیز آماری (جدول ۳-۱۳) در مورد اسیدهای چرب شناسایی شده به روش GC/MS و فاکتورهای محیط زیستی ارتباط معنی دار بین اسید پالمیتیک و شوری، اسید

لینولئیک و سیلیکات ، اسید آراشیدونیک و سیلیکات و pH و اسید ایکوزاپنتادکانوئیک و شوری مشاهده شده است . در مورد فاکتورهای محیطی شوری ، سیلیکات و pH در مباحث قبلی بحث شده و تنها لازم به ذکر است در مورد دو فاکتور سیلیکات و pH که هر دو با اسید آراشیدونیک نتیجه معنی دار نشان می دهند آنالیز رگرسیون چند متغیری مقدار  $r^2=0/997$  و نقش سیلیکات را موثرتر از pH نشان داده است .

در نتیجه آنالیز GC، ۱۵ اسید چرب شناسایی شده اند که اسیدهای میریستیک، استئاریک، بهنیک، لیگنوسریک و تری کوزانوئیک اسید در گروه اشباع شده ها و در غیر اشباعها اسیدها پالمیتولئیک، اولئیک، لینولئیک، لینولنیک، EPA و دوکوزاپنتائونیک و درصد کل اسیدهای چرب اشباع غالب بر غیر اشباعها دیده می شود.

در آنالیز آماری نتایج GC ( جدول ۳-۱۵ ) تنها اسید گادولئیک با دما و دانسیته ارتباط معنی دار نشان داده اند که اثر دما و اسید گادولئیک که یک اسید غیر اشباع است دارای همبستگی قوی ولی با جهت منفی است و با نتیجه به دست آمده در سایر مراجع نیز هماهنگی دارد و به دلیل تطابق پذیری سیالیت فسفولیپیدهای غشای سلولی در شرایط کاهش دماست ( Ueda, 1974 ) و در ضمن دو فاکتور محیطی دما و دانسیته دارای رابطه عکس هستند و همبستگی در مورد این اسید و دانسیته نیز دارای جهت مثبت و عکس رابطه آن با دماست . البته بین این دو فاکتور و اسید مذکور بنابر آنالیز رگرسیون چند متغیری  $r^2=0/961$  و اثر دما قوی تر از اثر دانسیته مشاهده شد .

در نتایج آنالیز آماری آنووا ( جدول ۳-۱۷ ) در فصول مختلف تفاوت معنی داری بین تغییرات میزان اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع مشاهده می شود .

در مورد نسبت امگا۶ به امگا۳ نتایج به دست آمده بین ۰/۹۵ تا ۸/۳۳ در اندازه گیری GC/MS دیده می شود که کمترین نسبت در زمستان و در اندازه گیری GC از ۰/۴۷ تا ۲/۹۵ بوده و کمترین میزان را در بهار داشته است . البته در مورد اختلاف موجود در نتایج دو مجموعه اندازه گیری شده توسط GC/MS و GC می توان به این نکته اشاره کرد که اسیدهای امگا۶ و امگا۳ در مجموعه نتایج دو روش اندازه گیری متفاوت بوده و بنابراین نتایج حاصل را تغییر می دهند و اختلاف پیش آمده به دلیل تفاوت های اندازه گیری دو روش به کار رفته است .

## فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات

## بحث و نتیجه گیری کلی

پارامترهای محیطی اندازه گیری شده در تابستان ( جدول ۳-۱ ) نشان دهنده مقادیر حداکثر دما ، فسفات ، نترات ، سیلیکات و اکسیژن محلول است که مطابقت دارد با جریانات مانسون تابستانه و در نتیجه بالا آمدن مواد مغذی و اکسیژن محلول از اعماق آب و نیز حداقل شوری و چگالی ، که در حالات عادی با کاهش دما ، چگالی آب افزایش و با افزایش دما چگالی آب کاهش نشان می دهد و نیز در تابستان شوری آب این منطقه به دلیل حداکثر بودن رطوبت نسبت به زمستان که حداکثر تبخیر دیده می شود کمتر است (بخش ۱-۴) .

اسیدهای چرب شناسایی شده در همه جانوران انتخاب شده از گروههای اشباع شده ، غیر اشباع با یک پیوند دوگانه و دو یا چند پیوند دوگانه بوده اند . مهم ترین اسید چرب اشباع شده از نظر میزان درصد نسبی اندازه گرفته شده اسید پالمیتیک (C16:0) و مهم ترین اسید چرب غیر اشباع با یک پیوند دوگانه اسید اولئیک (C18:1n-9) و مهم ترین اسید غیر اشباع با بیش از یک پیوند دوگانه اسید ایکوزاپنتائوئیک (EPA) بوده است و هر سه اسید دارای تغییراتی با تفاوت های معنی دار در طی سال بوده اند و می توان به این نکته نیز اشاره نمود که اسید اولئیک یک اسید ۱۸ کربنه و دارای یک باند دوگانه در کربن ۹ امگا است که در تهیه اولئات و لوسیونها و حلال های دارویی به کار می رود و در بسیاری از آزمون یافت می شود و نیز EPA یا اسید ایکوزاپنتائوئیک عملکردهای ویژه ای در فسفولیپیدهای بافت عصبی و چشم دارد و پیش ساز پروستاگلندین های بافتهای جانوری است .

همچنین در مطالعات انجام شده در زمینه مقادیر نسبت های اسیدهای چرب اشباع شده به غیر اشباع و تغییرات سالانه این نسبتها مشاهده شده است که تحت شرایط استرس های محیطی مانند دما ، شوری و فشار اسمزی محیط ترکیب اسیدهای چرب و مقدار آنها تغییر می کند ولی معمولاً در طول سال نسبت اسیدهای چرب اشباع به غیر اشباع تغییرات اندکی نشان می دهد ( Guillot&Obis,2000) . با توجه به نتایج جداول ۲-۳ ، ۳-۳ ، ۶-۳ ، ۸-۳ و ۱۲-۳ در تحقیق حاضر در مورد نسبت های به دست آمده از اسیدهای چرب اشباع شده به غیر اشباع دیده می شود که در گونه های *Chiton lamyi* , *Saccostrea cucullata* و *Nerita textilis* این نسبت در فصل تابستان بیشتر است و با توجه به اینکه همه گونه های جانوری برای حفظ سیالیت غشای خود و تنظیم آن با دما در فصول گرم دارای اسیدهای چرب اشباع بیشتر و در فصول سرد دارای اسیدهای چرب غیر اشباع بیشتر هستند حداکثر بودن این نسبت در تابستان با توجه به حداکثر بودن دمای منطقه در این زمان تائید می گردد ( بخش ۴-۱) .

اما بحث دیگری که به دنبال مبحث بالا و در بررسی کلی اسیدهای چرب شناسایی شده در جانداران مورد تحقیق می توان مطرح نمود غلبه اسیدهای چرب اشباع شده یا غیر اشباع بر یکدیگر است که در همه این جانداران مقدار کل اسیدهای چرب اشباع غالب بر مقدار کل اسیدهای چرب غیر اشباع بوده و در برخی از جانداران در مناطق دیگر مطالعه شده غلبه مقدار کل اسیدهای چرب غیر اشباع بر مقدار کل اسیدهای چرب اشباع دیده شده است . تفاوت در این نتایج را می توان به منطقه زیست گونه مورد نظر ، وجود منابع فیتوپلانکتونی و یا باکتریایی و مواد زائد و مرده نسبت داد زیرا چنانچه منابع غذایی گونه مورد نظر بیشتر شامل فیتوپلانکتون ها باشد غنی از اسیدهای چرب غیر اشباع و چنانچه از مواد مرده و زائد و یا منابع باکتریایی باشد غنی از اسیدهای چرب اشباع بیشتر است و از طرفی در فصول مختلف در شرایط کمبود مواد مغذی یا وجود منابع مواد غنی از مواد مغذی درصد استفاده جاندار از ذخائر اسیدهای چرب به ویژه اسیدهای چرب غیر اشباعی مانند آراشیدونیک اسید نیز تغییر می یابد . بنابراین می توان گفت درصدهای متفاوت از اسیدهای چرب اشباع یا غیر اشباع در گونه های مورد نظر به منابع غذایی در دسترس آنان ، شرایط اکولوژیکی و پارامترهای محیطی منطقه زیست مورد نظر و نیز به فیزیولوژی داخلی و متابولیسم جانور وابسته است ( بخش ۴-۱ ) . البته لازم به ذکر است که در جانداران بررسی شده تفاوتهایی نیز از نظر محتوای اسید چرب و مقدار درصد نسبی ترکیبات اسید چرب شناسایی شده مشاهده می شود به این معنی که این مقادیر درصد که دارای تفاوتهای معنی دار در طول سال نیز هستند در همه جانداران بررسی شده یکسان نیست و تفاوت در ترکیبات اسید چرب در گونه های مختلف آبزیان مربوط به تفاوتها در رژیم تغذیه یا عوامل زیست محیطی مانند دما ، شوری ، عمق ، فصل و منطقه صید است . به طور مثال دیده شده است که تغییرات فصلی در محتوای EPA روغن ماهی تا حدود ۹۰ درصد کاهش نیز ایجاد کرده و یا تغییرات مشابهی در DHA دیده شده است ( Tanakol&Yazici,1999;Moffat&McGill,1993 ) .

در مورد فرآیند ایجاد روابط محیطی با اسیدهای چرب با توجه به نتایج آماری مشاهده می شود که اسیدهای چرب غیر اشباع نسبت به اسیدهای چرب اشباع به میزان بیشتری به فاکتورهای محیطی پاسخ داده و یا به عبارتی بیشتر تحت تاثیر فاکتورهای بیرونی محیط خود هستند و با مراجعه به سایر مطالعات در این زمینه نیز دیده شده است که در شرایط استرسهای محیطی مانند تغییرات شوری ، اکسیژن محلول و یا چگالی مقدار اسیدهای چرب غیر اشباع برای حفظ سیالیت لازم در فسفولیپیدهای غشایی که تحت این استرسها هستند تغییر می یابند ( بخش

در بررسی ارتباط فاکتورهای زیست محیطی با اسیدهای چرب و با توجه به جدول ۳-۱۶ می توان چنین نتیجه گرفت که هر یک از فاکتورهای زیست محیطی بررسی شده در منطقه بین جزر و مدی خلیج چابهار مطابق نتایج سایر تحقیقات بیان شده و مباحث و بخش های قبلی این فصل به نحوی در تغییرات سالانه اسیدهای چرب دخالت داشته اند . اما از جمع بندی کلی در جدول مشاهده می شود که فاکتورهای محیطی سیلیکات و pH در نتایج هر چهار گونه ظاهر شده اند و سپس کلروفیل a و شوری و در اولویت آخر فسفات ، دانسیته و اکسیژن محلول دیده می شود .

در مورد مواد مغذی شامل سیلیکات ، نترات و فسفات پاسخ های اسیدهای چرب غیر اشباع بیشتر دیده می شود که این پاسخ ها به معنی همبستگی های قوی و معنی دار بین این فاکتورها و اسیدهای شناسایی شده است و لازم به ذکر است ارتباط یا همبستگی های معنی دار بین این فاکتورها و اسیدهای چرب غیر اشباع دارای جهت منفی و با اسیدهای چرب اشباع دارای جهت مثبت است که می توان نتیجه گرفت در اثر افزایش مواد مغذی محیطی مانند سیلیکات ، نترات و فسفات عموماً افزایش در اسیدهای چرب اشباع شده و کاهش در اسیدهای چرب غیر اشباع نتیجه شده است و در مجموع باید ذکر نمود که در اثر افزایش مواد مغذی یا شرایط بلوم کاهشی در ذخائر اسیدهای چرب غیر اشباع فیتوپلانکتونها دیده می شود که در نتیجه در طول زنجیره غذایی به زئوپلانکتونها و سپس نرم تنان خواهد رسید ( بخش ۱-۶-۳) .

لازم به ذکر است در میان فاکتورهای محیطی اکسیژن محلول تنها فاکتوری است که تنها در یک مورد ارتباط معنی داری در کیتون نتیجه داده و مربوط به آنالیز اندام پا بوده است و می توان گفت که احتمالاً این فاکتور محیطی در اندام پای کیتون که بیشتر در ارتباط با محیط خارجی بدن جاندار می باشد بر ترکیبات اسید چرب این اندام تاثیر داشته است . در نتیجه می توان گفت که فاکتورهای محیطی در این جاندار بر روی اندامهای بیرونی مانند پا تاثیراتی در تغییر میزان اسیدهای چرب داشته است و یا به عبارتی میزان اسیدهای چرب در این جاندار در اندامهای بیرونی که بیشتر در معرض استرسهای محیطی هستند تحت تاثیر پارامترهای محیطی قرار می گیرد و در جانداران دیگر تغییرات میزان اسیدهای چرب در مجموع تحت تاثیر پارامترهای محیطی قرار دارد .

همچنین از مجموع نتایج آنالیز آماری آنووا ( جدول ۳-۱۷ ) مشاهده می شود که بین تغییرات میزان اسیدهای چرب اشباع و نیز غیر اشباع تفاوت های معنی داری بین فصول مختلف مشاهده

می شود و تنها در مورد اندامهای داخلی کیتون این تفاوت به چشم نمی خورد .  
در انتهای بحث در مورد نسبتهای  $3 - \omega / \omega - 6$  می توان چنین نتیجه گرفت که جانداران مورد مطالعه در منطقه چابهار ، به ویژه گونه اویستر *Saccostrea cucullata* ، از کیفیت مطلوبی از جهت دارابودن محتوای اسیدهای چرب امگا ۳ برخوردار بوده و این یافته به بهره برداری از این جانداران به عنوان منابع غذایی و دارویی کمک خواهد نمود .

### جمع بندی

- از بررسی مجموع نتایج به دست آمده در مورد کیتون جنس و گونه *Chiton lamyi* ، دوکفه ای جنس و گونه *Saccostrea cucullata* و حلزونهای جنس و گونه *Nerita* *textilis* و *Turbo coronatus* مشاهده می شود که مهمترین اسید اشباع شده یافت شده در هر چهار جاندار از نظر مقدار درصد نسبی اسید پالمیتیک (C16:0) و مهمترین اسید غیر اشباع با یک پیوند دوگانه اولئیک اسید (n-9:18) و مهمترین اسید غیر اشباع با بیش از یک پیوند دوگانه اسید ایکوزاپنتانوئیک (EPA) بوده است. با توجه به وجود تفاوت های معنی دار بین فصول دامنه تغییرات اسید پالمیتیک برای گونه کیتون و اویستر مشابه یکدیگر بوده و در بهار کمترین مقدار و تابستان مقدار حداکثر خود را داشته است و در گونه نریتا نیز مقدار حداکثر آن در تابستان دیده می شود.
- روند تغییرات میزان درصد نسبی اسید اشباع شده استئاریک (C18:0) در هر یک از جانداران انتخاب شده تقریباً یکنواخت بوده و در طول سال روند ثابتی دارد.
- میزان کل اسیدهای چرب اشباع در همه گونه ها بیش از میزان کل اسیدهای چرب غیر اشباع است.
- مقدار اسیدهای چرب غیر اشباع در اکثر جانداران بررسی شده در تابستان و در شرایط افزایش مواد مغذی نسبت به زمستان کمتر است .
- تغییرات فصلی اسیدهای چرب در گونه ها یکسان نبوده و با در نظر گرفتن اینکه همه گونه ها در منطقه بین جزر و مدی قرار داشته و از شرایط زیست محیطی یکسانی برخوردار بوده اند تفاوت در روند تغییرات آنها را می توان به علت تفاوت در رژیم تغذیه ای این گونه ها و عوامل زیست محیطی مانند دما ، شوری و عمق و یا زمانهای

تولید مثلی آنها دانست.

- تأثیر پارامترهای محیطی در عضله پای کیتون که بیشتر در معرض تغییرات محیطی است در تغییرات فصلی میزان اسیدهای چرب اشباع و نیز غیر اشباع موثرتر بوده است و بین تغییرات میزان اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع موثر از فاکتورهای محیطی در سایر جانداران مطالعه شده در فصول مختلف تفاوت های معنی داری وجود دارد .
- گونه های مطالعه شده در این منطقه به ویژه اویستر *Saccostrea cucullata* همگی دارای میزان قابل توجهی از امگا ۳ میباشند که این میزان در طول سال متفاوت است. بیشترین نسبت امگا ۶ به امگا ۳ (میزان کمتر امگا ۳) در فصل تابستان و کمترین نسبت (میزان بیشتر امگا ۳) در بهار وجود دارد.
- از مقایسه نتایج آنالیز GC در *Nerita textilis* و *Turbo coronatus* مشخص می شود که نوع غذای مورد استفاده توسط این دو حلزون که دارای رژیم تغذیه یکسانی بوده و چراکننده هستند، متفاوت است زیرا در توربو اسیدهای چرب غیر اشباع با زنجیره طولانی تری مشاهده می شود که نشان می دهد رژیم تغذیه این جاندار بیشتر به سمت منابع گیاهی آلی تر تمایل دارد.
- با توجه به نتایج آماری بین فاکتورهای محیطی مواد مغذی مانند سیلیکات ، نیترات و فسفات و اسیدهای چرب اشباع همبستگی مستقیم و اسیدهای چرب غیر اشباع همبستگی معکوس مشاهده شده است . در رابطه با همبستگی فاکتورهای محیطی و اسیدهای چرب جانداران بررسی شده فاکتورهای محیطی سیلیکات و pH در همه نمونه های بررسی شده اثراتی با جهت همبستگی مثبت یا منفی بر روی اسیدهای چرب شناسایی شده داشته اند و فاکتورهای دیگر به ترتیب فسفات ، چگالی ، کلروفیل a و اکسیژن محلول بوده اند که پاسخ آنها در برخی از این جانداران ظاهر شده است .

## پیشنهادهات

- اهمیت شناسایی پتانسیلهای بالقوه زیستی ایران از جهت استفاده از ترکیبات طبیعی آبزیان و انتخاب بهترین گونه ها جهت بهره برداری با توجه به نیاز روزافزون به بهره برداری از منابع و ترکیبات طبیعی دریایی (روی آوردن بشر به سمت منابع دریایی بویژه از نظر داشتن اسیدهای چرب غیر اشباع از گروه امگا۳، به دلیل محدودتر شدن منابع خشکی و بهره برداری بیشتر و لزوم شناسایی سایر آبزیان علاوه بر ماهیها از نظر داشتن منابع ترکیبات طبیعی مورد استفاده بشر)
- با استفاده از داده های آماری ( نتایج رگرسیون ) می توان بهترین زمانهای بهره برداری از این گونه ها در زمان های آتی و با در دست داشتن فاکتورهای محیطی در همان زمان را پیش بینی و سپس اقدام به جمع آوری گونه ها و استخراج ترکیبات طبیعی آنها نمود البته با توجه به نتایج موجود در مقطع بررسی شده بهترین زمان بهره برداری از نظر منابع اسیدهای چرب غیر اشباع بیشتر در شرایط کاهش دما و فصل زمستان بوده است .
- وجود امگا۳ در نمونه های دوکفه ای و حلزون بیانگر امکان استفاده از این منابع غذایی است که موجب ارتقای سلامتی و بهداشت افراد مصرف کننده شده و به همین جهت مصرف این آبزیان به نحو مقتضی توصیه می شود. در بسیاری از کشورها از این منابع پروتئینی استفاده می شود. از این نظر، اویستر *cucullata Saccostrea* ، کیتون *Chiton lamyi* و سپس حلزونهای *Nerita textilis* و *coronatus Turbo* به ترتیب اهمیت قرار دارند.
- لزوم شناسایی گونه های دیگری از نرم تنان در خلیج چابهار به علت شرایط مناسب منطقه جهت رشد و تولید مثل این گونه ها و امکان استفاده از آنها در صنایع کاربردی.
- استفاده از اسیدهای چرب شناسایی شده در نرم تنان موجود در منطقه چابهار در صنایع بهداشتی، دارویی و پزشکی .
- در صورت نیاز به پرورش و تکثیر این گونه ها جهت استفاده بیشتر از ترکیبات طبیعی آنها، با توجه به نتایج آنالیز و شناسایی ترکیبات طبیعی مانند اسیدهای چرب در این گونه ها می توان نیازهای تغذیه ای آنها به ویژه غذاهای غنی از دیاتومه و یا جلبک را نیز تعیین نمود.



## مراجع

استوک ر. رایس ب. ف، ۱۳۷۱. روشهای کروماتوگرافی، ترجمه سید واقف حسین، جمشید

منظوری لشکر صفحه‌های ۱۷۳-۱۵۳

اشجع اردلان آریا، ۱۳۷۲. شناسایی و بررسی پراکنش دوکفه‌ایهای مناطق جزر و مدی خلیج

چابهار و سواحل اطراف آن. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران

شمال. ۲۴۳ صفحه

پیتر اچ. ریون، جورج بی. جانسون، ۱۳۸۳. زیست‌شناسی، جلد دوم. ترجمه هیأت مولفان.

صفحه‌های ۹۱۱ تا ۹۱۸، مرکز نشر دانشگاهی.

سماعی عاطفه، ۱۳۷۳. شناسایی شکم پایان کرانه‌های جزر و مدی خلیج چابهار و پیرامون،

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد رشته علوم جانوری، دانشگاه تهران - دانشکده

علوم، گروه زیست‌شناسی.

کردوانی، پرویز، ۱۳۷۴. اکوسیستمهای آبی ایران (خلیج فارس و دریای عمان) ۲۸-۲۳.

نیکویان علیرضا، سواری احمد، عطاران فریمان گیلان، ۱۳۷۷. بررسی تنوع دوکفه‌ایها در خلیج

چابهار، مجله علمی شیلات ایران، سال هفتم، بهار ۱۳۷۷۳.

همایون حسین‌زاده صحافی، ۱۳۷۹. اطلس نرم‌تنان خلیج فارس، مؤسسه تحقیقات شیلات ایران،

مرکز تحقیقات شیلاتی دریای عمان.

- Ackman R.G., Hooper S.N. and KEP. J. ,1971. The distribution of saturated and isoprenoid fatty acids in the lipids of three species of mollusks *Littorina littorea*, *Crassostrea virginica* and *Venus mercenaria*. Comp. Biochem. Physiol. 39B, 579-587.
- Ackman R.G., Marine Biogenic Lipids, Fats and Oils, 1989, CRC Press, ISBN 0849348897, 9780849348891, Page 90-95.
- Ackman, R.G. 2000. Fattyacids in fish and shellfish In: Chow, C.K. (Ed.). Fatty acids in foods and their health implications. M. Dekker, Inc, New York and Basel, 153-172.
- Ackman.R.G., Jangaard, P.M., Hoyle. R.J. and Brocherhoff, H., 1964 . Origin of marine fatty acids . I . Analyses of the fatty acids produced by the diatom *Skeletonema costatum*. J. Fish. Res.Bd Can., 21: 747-756
- Akoh Casimir, C., 2006. Handbook of Functional Lipids, Page 311-316. Published by CRC Press, ISBN 0849321 62x, 9780849321627.
- Bell M.V. Sargent J.R. 1985. Fatty acid analysis of phosphoglycerides from tissues of the clam *Chlamys islandica* (Muller) and the starfish *Ctenodiscus crispans* (Retzius) from Balsfjorden, Northern Norway. J. Exp. Mar. Biol. Assoc. UK. 58: 825-41.
- Boersma , M. 2000 . The nutritional quality of P-limited algae for *Daphnia* . Limnology and Oceanography 45: 1157-1161 .
- Brett M. and Navarra D.M. 1997. The role of highly unsaturated fatty acids in aquatic foodweb processes, Freshwater Biology, Volume 38, page 483, DOI: 10.1046/j. 1365-2427.
- Brown S.L;Landry M.R; Christensen S; Garrison D;Gowing M.M;Bidigore R.R;Campbel L;2002. Microbial community dynamics and taxon – specific phytoplankton production in the Arabian Sea During the 1995 monsoon seasons . Deep – Sea Research II 49,2345-2376 .
- Chow C.K., 2000. Fatty acids in Foods and their Health Implications, Pages 153-160, ISBN 0824767829, 9780824767822.
- Chu, F.L.E. Greaves, J. ,1991. Metabolism of Palmitic, linoleic and linolenic acids in adult oysters. *Crassostrea virginica* Marine Biology, 110, 229-236.
- Crockett, E.L., B,E. Dougherty, et al . 2001 . Effects of acclimation temperature on

- Enzymatic capacities and mitochondrial membranes from the body wall of the earthworm *Lumbricus terrestris* . *Comp Biochem Physiol B Biochem Mol Biol* 130(3): 419-26
- De Moreno, J. E. A., Pollero, R. J., Moreno, V. J. & Brenner, R. R. 1980. Lipids and fatty acids of the mussel (*Mytilus Platensis* d'orbigny) from south Atlantic waters. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 48, 263-276.
- Dembitsky V.M., Rezanka T and Kashin A.G. 1993 a. Comparative study of the endemic freshwater fauna of lake Baikal-1. Phospholipid and fatty acid compositions of two mollusc species *Baicalia oviformis* and *Benedictia baicalensis*. *Comp. Biochem. Physiol.* 106 B: 819-823.
- Demetriou, G., C. Neonaki, et al ., 2007 . Salt stress impact on the molecular structure and function of the photosynthetic apparatus – the protective role of polyamines . *Biochim Biophys Acta* 1767(4):272-80
- Feuntes, A. Fernandez – Segovia, I., Escriche, I and Serra, J. A. 2009. Comparison of physico-chemical parameters and composition of mussels (*Mytilus galloprovincialis* Lmk) from different Spanish origins. *Food chemistry*, 112, 295-302.
- Fried B., Rao, K.S., Sherma J. Huffman J. E. 1993. Fatty acid composition of *Goniobasis virginica*, *Physa* sp. And *Viviparous malleatus* (Mollusca: Gastropoda) from Lake Musconetcong. New Jersey. *Biochem. Syst. Ecol.* 21, 809-812.
- Frietas. L., Labata, U. and Fernandez-Reiriz, M.J. 2002. Evolution of fatty acid profiles of subtidal and rocky shore mussel seed (*Mytilus galloprovincialis*, Lmk) Influence of environmental parameters. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 268, 185-204.
- Galap C., Netchitailo P., Leboulenger F. and Grillot J. P. 1999. Variations of fatty acid Contents in selected tissues of the female dog cockle (*Glycymeris glycymeris* L., Mollusca, Bivalvia) during the annual cycle , *Comparative Biochemistry and Physiology Part A* 122, 241-254.
- Gardner D. and Riley J.P. 1972. The component fatty acids of the lipids of some species of marine and fresh water mollusks. *J. Mar. Biol. Assoc. UK.* 52: 827-838.
- Guillot , A., D. Obis, et al ., 2000 . Fatty acid membrane composition and activation

- of glycine – betaine transport in *Loctococcus lactis* subjected to osmotic stress .  
Int J Food Microbiol 55(1-3): 47-51.
- Hall J.M., Parrish C.C. and Thompson R.J. 2002 . Eicosapentaenoic Acid Reculates  
Scallop (*Placopecten magellanicus*) Membrane Fluidity in Response to cold ,  
Biol.Bull. 201-203 .
- Huang, X.P.,L.M. Huang, et al .,2003 . The characteristics of nutrients and  
eutrophication in the Pearl River estuary , South China . Mar Pollut Bull 47(1-6):  
30-6
- International Standard, animal and Vegetable fat and Oils – Determination of Fatty  
Acid Content ,1997.Gas Chromatography Method , ISO 5508-9.
- Jocelyn G. Millar, Haynes K.F. 1998. Methods in Chemical Ecology: Chemical  
Methods Published by springer, ISBN 0412080716, 9780412080415.
- Johns R.B. Nichols P.D. and Perry G.J. 1979. Fatty acid composition of ten marine  
algae from Australian waters. Phyto chemistry 18:799-802.
- Johnson ; Bidigore R.R; Georicke R; Marra J; Tress C; and Barber R.T;2002.  
Photosynthetic physiology and physicochemical forcing in the Arabian Sea.1995.  
Deep-Sea Research,Part I , 49,415-436.
- Joseph J.D. 1982. Lipid composition of marine and estuarine invertebrates. Prog.  
Lipid Res. estuarine invertebrates. Part II: Molluscs. Prog. Lipid Res. 21: 109-  
153.
- Khan, M.A.,C.C. Parrish , et al .,2006 . Effects of environmental characteristics of  
aquaculture sites on the quality of cultivated Newfoundland blue mussels  
(*Mytilus edulis*). J Agric Food Chem 54(6):2236-41 .
- Langdon. C. S. & Waldock M.J. 1981. The effect of algal and artificial diets on the  
growth and fatty acid composition of *Crassostrea gigas* spat. Journal of Marine  
biology Association 61, 431-448.
- Lee, R.F., Hirota, J. and Barnett, A.M., 1971. Destribution and importance of wax  
esters in marine copepods and other zooplankton . Deep-Sea res ., 18: 1147-1165  
.
- Lenore A ., 2003, Biomarkers of Fat and Fatty Acid Intake, Supplement: Biomarkers  
of Nutritional Exposure and Nutritional Status, the American Society for  
Nutritional Sciences, J. Nutr. BB: 9258-9325.

- Lewis, R. W. 1962. Temperature and pressure effects on the fatty acids of some marine ectotherms. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 6, 75-89.
- Lombardi, A.T., Wangersky P.J. 1991. Influence of phosphate and silicon on lipid class production by the marine diatom *Chaetoceros gracilis* grown in turbidostat cage cultures. *Marine Ecology Progress series*, 77, 39-47.
- Los, D.A. and N. Murata, 1999. Responses to cold shock in cyanobacteria. *J Mol Microbiol Biotechnol* 1(2) : 221-30.
- McClintock J.B., Baker B.J., 2001. *Marine Chemical Ecology*, Pages 5-9. ISBN 0849390648, 9780849390647
- Miller and Harley, *Zoology*, 2005, Pages 180-182, ISBN 0-07-252836-2, McGraw Hill.
- Misra K.K., Shkrob I, Rakshit S and Dembitsky V.M 2002. Variability in fatty acids and fatty aldehydes in different organs of two prosobranch gastropod molluscs. *S. Biochemical Systematics and Ecology*. 30: 749-761.
- Moffat C.F. and Mc Gill A.S, 1993. Variability of the composition of fish oils :significance for the diet, *proceedings of the Nutrition Society*, 52, 441, -456.
- Mortensen, S. H. Borsheim, K.Y. Rainuzzo, J.R. & knutsen, G. 1988. Fattyacid and elemental composition of the Marine diatom *Chaetoceros gracilis schutt*. Effects of silicate deprivation, temperature and light intensity. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 122, Vol. 2., 173-185.
- Müller – Navarra D.C., Brett M.T., Park S., Chandra S., Ballantyne A.P., Zorita E. and Goldman C.R. 2004. Unsaturated fatty acid content in Seston and tropho – dynamic coupling in lakes, *Nature*, 427, 69-71.
- Naidu P.D;Niitsuma N;2004 A typical  $\delta^{13}C$  signature in *Globigerina bulloides* at the ODP site 723A (Arabian Sea) : implications of environmental changes caused by upwelling. *Marine Micropaleontology* 53,1-10.
- Navarro, J.M.,G.E. Leiva, et al.,2000. Interactive effect of diet and temperature on the scope for growth of the scallop *Argopecten purpuratus* during reproductive conditioning. *J Exp Mar Bio Ecol* 247 (1): 67-83.
- Olds T.M., Gershenzon J., Baldwin I. and Boland W. 1998, *Chemical ecology in molecular era, trends in plant science*, Volume 3, issue 9, pages 362-365. DOI: 10.1016/s1360-1385(98)01296-5

- Orban E., Di Lena G., Nevigato T., Casini I., Marzetti A., Caproni R.. 2002 . Seasonal changes in meat content , condition index and chemical composition of mussels ( *Mytilus gallo provincialis* ) cultured in two different Italian sites , Food Chemistry 77 , 57- 65 .
- Parrish, C.C. Wangersky. P.J. 1990. Growth and lipid class composition of the marine diatom, *Chaetoceros gracilis* in laboratory and mass culture turbidostats. J. Plankt. Res. 12: 1011-1021.
- Passier H.F; Luther G.W; DE Lange G.J;1997. Early diagenesis and sulphur speciation in sediments of the Oman Margin, north western Arabian Sea, Deep – Sea Research II ,Vol. 44,No 6-7,PP 1361-1380.
- Pazos A.J. Ruiz C. Garcia Martin. O. Abad. M. Sanchez, J.L. ,1996. Seasonal variations of the lipid content and fatty acid composition of *Crassostrea gigas* cultured in El Grove, Galicia, N. W. Spain. Comp. Biochem. Physiol. Vol. 114B, No. 2, pp. 171-179.
- Pernet, F. & Tremblay, R. 2004. Effect of varying levels of dietary essential fatty acid during early ontogeny of the sea scallop *Placopecten magellanicus*. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 310, Issue 1: 37-86.
- Perry .G.J., Volkman , J.K., Johns,R.B. and Bavor , H.J., Jr., 1979 .Fatty acids of bacterial origin in contemporary marine sediments . Geochim . Cosmochim . Acta , 43:1715-1725 .
- Piretti MV. Zuppa F. Pagliuca G and Taioli F 1988. Investigation of the seasonal variations of fatty acid constituents in selected tissue of the bivalve mollusc, *Scapharca inaequivalvis* (Bruguere). Comp. Bio chem. Physiol. B 89: 183-187.
- Pohl,P. and Zurheide, F., 1979. Fatty acids and lipids of marine algae and the control of their biosynthesis by environmental factors . In: H.A. Hope, T. Levring and Y. Tanaka (Editors) . Marine Algae in Pharmaceutical Science . De Gruyter . Berlin, pp. 473-523 .
- Rao,A.R.,C. Dayananda , et al.,2007 . Effect of salinity on growth of green alga *Botryococcus braunii* and its constituents . Bioresour Technol 98(3):560-4 .
- Ruyter , , B., C.Rosjo , et al . ,2003 . Influence of temperature and high dietary linoleic acid content on esterification , elongation , and desaturation of PUFA in Atlantic salmon hepatocytes . Lipids 38(8):833-40 .

- Samples, B.L., G.L. Pool, et al., 1999. Polyunsaturated fatty acids enhance the heat induced stress response in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) leukocytes. *Comp Biochem Physiol B Biochem Mol Biol* 123(4): 389-97.
- Sanina N.M. and Kostetsky E.Y. 2002. Thermotropic behaviour of major phospholipids from marine invertebrates: changes with warm-acclimation and seasonal acclimatization. *comparative biochemistry and physiology, part B*. 133: 143-153.
- Simopoulos A.P. 2002. The importance of the ratio of Omega-6 / Omega-3 essential fatty acids, *Biomed pharmacother* 56, 365 – 379.
- Skerratt, J.H., P.D. Nichols, et al. (1995). Seasonal and inter-annual changes in planktonic biomass and community structure in eastern Antarctica using signature lipids. *Marine Chemistry* 51(2):93-113.
- Stevens, C.J., D. Deibel, et al., 2004. Copepod omnivory in the north water Polynya (Baffin Bay) during autumn: spatial patterns in lipid composition. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* 51(11):1637-1658.
- Stierle A., Strobel G. and Stierle D., 1993. Taxol and taxane production by *Taxomyces andreanae*, an endophytic fungus of Pacific yew, *Science*, Vol. 260, issue 5105, 214-216, DOI: 10.1126/science.8097061
- Sukenik, A. and R. Wahnon, 1991. Biochemical quality of marine unicellular algae with special emphasis on lipid composition. I. *Isochrysis galbana*. *Aquaculture* 97(1):61-72.
- Tanakol, R., Z. Yazici, et al., 1991. Fatty acid composition of 19 species of fish from the Black Sea and the Marmara Sea. *Lipids* 34(3): 291-7.
- The Regional Organization for the Protection of the Marine Environment, ROPME 1989. P.O Box 26388 13124 SAFAT Kuwait, First Published in 1983, Revised in 1989.
- Toon R.K; Lohrenz S.E; Rathbun C.E; Wood A.M; Arnone R.A; Jones B.H; Kindle J.C; Weidemann A.D; 2000. Photosynthesis – irradiance Parameters and community structure associated with coastal filaments and adjacent waters in the northern Arabian Sea. *Deep – Sea research II*, 47, 1249-1277.
- Ueda T. 1974. changes in the fatty acid composition of short neck clam with reference to environmental mud temperature. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 40, 949-

- Verpoorte R. and Memelink J. 2002. Engineering secondary metabolite production in plants (review article), current opinion in Biotechnology, Volume 13, issue 2, pages 181-187, DOI: 10.1016/S0958-1669(02)00308-7
- Vilicic,D.,S. Terzic , et al .,2007. Phytoplankton abundance and pigment biomarkers in the oligotrophic , eastern Adriatic estuary . Environ Monit Assess .
- Wood B.J.B. 1974. Fatty acids and saponifiable lipids. In algal physiology and biochemistry, 10, 236-265 (edited by Stewart WDP) Blackwell Oxford.
- Wyke A.W., Cook S.J., MacNulty E.E., Wakelam M.J., 1992 . V-Src induces levels of diglycerides by stimulation of phosphatidyl choline hydrolysis .Cell . signal.4,267-274.
- Yano, Y.,A. Nakayama,et al .,1998. Adaptive Changes in Membrane Lipids of Barophilic Bacteria in Response to Changes in Growth Pressure . Appl Environ Microbiol 64(2):479-485.
- Zheng,G.,J.Song , et al .,2006 . Distributions of chlorophyll a and carbon fixed strength of phytoplankton in autumn of the southern Huanghai Sea waters . Acta Oceanologica Sinica 25(3): 68-81 .



**Abstract :**

Chemical ecology is the science of study and analysis of natural chemical products in result of biochemical processes in organisms and their reactions to variations of ecological and environmental parameters.

In marine chemical ecology the existence of natural products in aquatic organisms and their ecological roles in marine animals and their reactions to environmental parameters variations will be studied.

Among them, fatty acids are the most various and abundant ones in natural products which had been extracted from many marine organisms such as mollusks and algae.

In this study selected animals were the dominant species of mollusks in intertidal zone of chabahar bay including gastropods, bivalves and polyplacophora classes.

*Nerita textilis* and *Turbo coronatus* species are among gastropoda, *Saccostrea cucullata* is from bivalve, and *Chiton lamyi* is from polyplacophora.

After seasonal sampling, separation and identification of natural products of these species, fatty acids had been isolated and identified by GC mass chromatography and their seasonal variations had been identified.

In addition environmental factors of the location including pH, salinity temperature, dissolved oxygen, chlorophyll a and nutrients were measured monthly.

Then the effect of seasonal variations of environmental factors on fatty acids had been studied by applying statistical analysis.

GC/MS resulted thirteen fatty acids, which the most important were myristic, stearic, oleic, palmitoleic, arachidonic and eicosapentaenoic acids.

In majority of species palmitic acid was most abundant than the others and saturatedes had the most percentage levels than unsaturated ones.

Although seasonal variations of identified fatty acids was not similar in species, but the majority of unsaturated ones had their maximum during winter, while saturated acids reached their maximum in summer.

Statistical Analysis showed the strong correlations between Environmental factors and some fatty acids and temperature , nitrate , silicate and pH had strong correlations in all species .

The species was studied from the point of lipid content and the results showed a good quality of lipid content in the selected species in the intertidal zone of Chabahar bay.